

Школа Инженерная школа новых производственных технологий

Направление подготовки 15.03. 01 «Машиностроение»

Отделение школы (НОЦ) отделение машиностроения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Проектирование технологического процесса изготовления ступицы</b>
УДК 621.81-2-025.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Фахартинов Юрий Владимирович		07.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ласак Илья Александрович	к.т.н., доцент		07.06.2022

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Ласак Илья Александрович	к.т.н., доцент		07.06.2022

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Клемашева Елена Игоревна	к.э.н.		07.06.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н.		07.06.2022

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н.		

## Результаты обучения

Код результата	Результат обучения*
<b>Общие по направлению подготовки (специальности)</b>	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность,

	приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительномонтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительномонтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том

	<p>числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.</p>
<p>Профиль 3 (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)</p>	
P11	<p>Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.</p>
P12	<p>Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.</p>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение»  
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Ефременков Е.А.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-4А7Б	Фахартинов Юрий Владимирович

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления ступицы	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	03.02.2022г. №34-76/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2022
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Чертеж детали, годовая программа выпуска детали «Ступица» 5000 шт.</p>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Определение типа производства, составление маршрута технологических операций ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали сборочный чертеж приспособления.</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>  <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p><b>Технический и конструкторский</b></p>	<p>Лысак Илья Александрович</p>
<p><b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</b></p>	<p>Клемашева Елена Игоревна</p>
<p><b>Социальная ответственность</b></p>	<p>Антоневич Ольга Алексеевна</p>

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>13.12.2021</p>
--	-------------------

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ОМ ИШНПТ</p>	<p>Лысак Илья Александрович</p>	<p>К.Т.Н., доцент</p>		<p>13.12.2021</p>

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>3-4А7Б</p>	<p>Фахартинов Юрий Владимирович</p>		<p>13.12.2021</p>

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 97 страниц, 18 рисунков, 23 таблицы, 24 источника.

Ключевые слова: технология, ступица, разработка, изготовление, деталь. Объектом исследования является технологический процесс изготовления детали «Ступица».

Цель дипломной работы: разработка технологического процесса изготовления детали «Ступица».

В процессе разработки проводились: построение размерных схем, определение припусков, расчет режимов резания, расчет норм времени, конструирование оснастки, анализ полученных результатов.

В результате проектирования: были определены припуски, подобраны режимы резания и назначены нормы времени, а также сконструирована оснастка для сверления отверстий.

Экономическая эффективность/значимость работы: подобран оптимальный вариант для изготовления данной детали, удовлетворяющий всем требованиям.

Выявлены опасные вредные факторы на рабочем месте, разработаны меры по снижению влияния этих факторов на человека.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	9
1. Технологическая часть.....	10
1.1 Техническое задание.....	10
1.2 Анализ технологичности конструкции детали и технологический контроль чертежа.....	11
1.3 Определение типа производства.....	14
1.4 Выбор заготовки.....	15
1.5 Маршрут обработки.....	16
1.6 Размерный анализ спроектированного техпроцесса.....	23
1.7 Расчет режимов резания .....	29
1.8 Выбор оборудования и технологической оснастки .....	32
1.9 Расчет норм времени операций техпроцесса .....	35
2. Конструкторская часть.....	49
2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания.....	49
2.2 Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления.....	50
2.3 Конструирование и расчет функциональных элементов приспособления и исполнительных размеров.....	51
2.4 Разработка схемы для расчета и определение сил закрепления.....	52
2.5 Описание конструкции и принципа работы приспособления.....	54
2.6 Проектирование технологии сборки приспособления.....	55
Результаты проведенной разработки.....	58
3. Финансовый менеджмент.....	59
4. Социальная ответственность.....	81
Заключение.....	97
Список источников и литературы.....	98
Приложения	



## Введение

Технологический процесс в машиностроении характеризуется улучшением конструкции машин и непрерывным совершенствованием технологии их производства. Настоящее время требует качественного, дешевого изготовления машин, применяя при этом современное высокопроизводительное оборудование, инструмент, технологическую оснастку, средства механизации и автоматизации производства. Совершенствование технологии машиностроения определяется потребностями производства необходимых обществу машин.

Уже на стадии проектирования технологического процесса закладывается качество будущей продукции, её себестоимость и эффективность производства, поэтому очень важно правильное и рациональное проектирование технологического процесса.

Эффективность того или иного технологического процесса зависит от того, насколько обоснованно был произведён выбор основного инструмента, оборудования, оснастки. А также от методов получения заготовки и режимов обработки.

Совершенствование машиностроения означает переход к более экономичным технологиям на производстве, а именно: экономия материала, поиск и разработка более дешёвых, но в то же время более прочных конструкционных материалов, стремление к получению более точных заготовок, что ведёт к меньшей трате материала на отходы (обрезь, стружка), усовершенствование норм времени и технологических режимов обработки для улучшения динамики производства.

В данном дипломном проекте разработан и обоснован технологический процесс изготовления заданной детали с учётом обеспечения высокого качества её получения методами механической обработки на реальном оборудовании и спроектировано приспособление для обработки заданной детали.

# 1. Технологическая часть

## 1.1 Техническое задание

Спроектировать технологический процесс изготовления детали «Ступица».  
 Чертеж детали представлен на рисунке 1. Годовой объем выпуска 5000  
 штук.

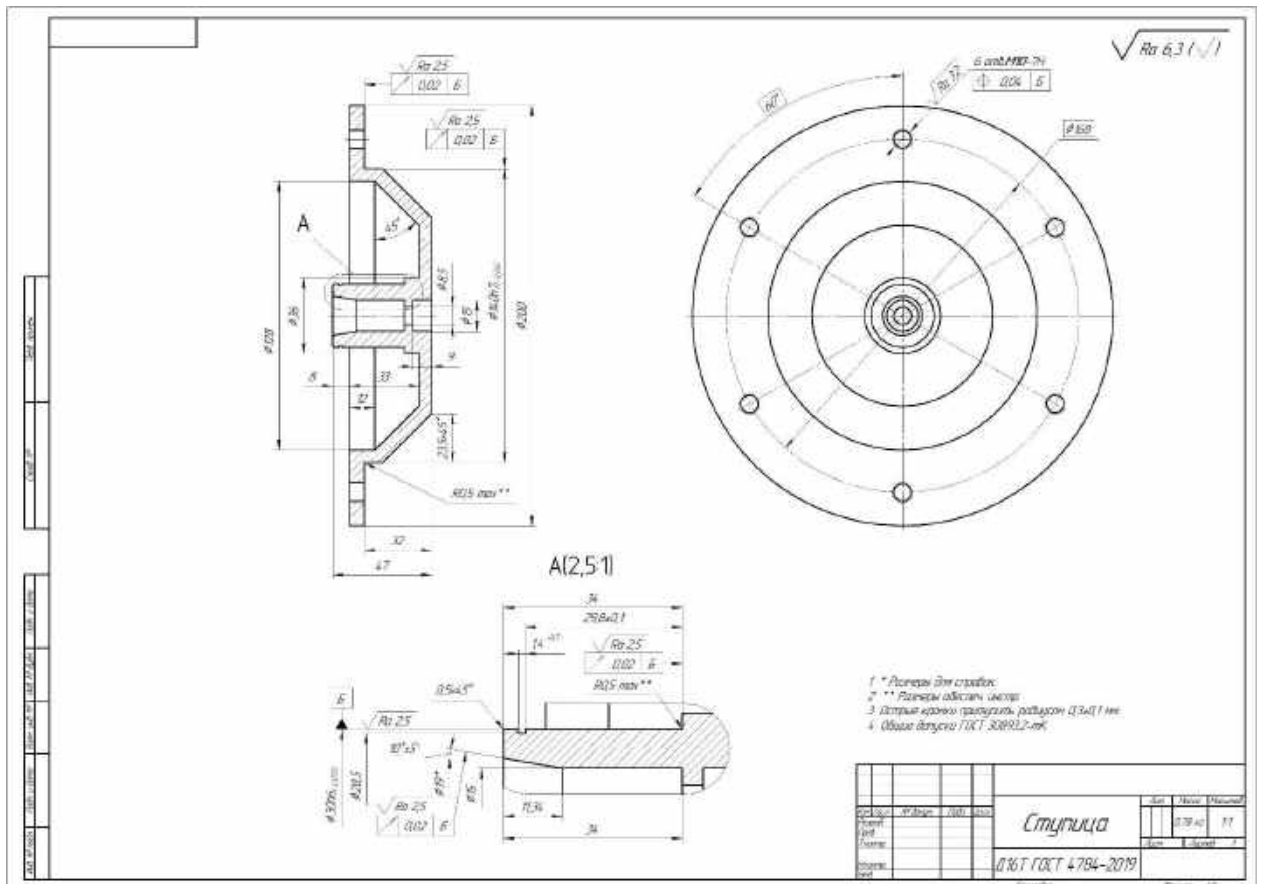


Рис. 1 Чертеж детали «Ступица»

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали и технологический контроль чертежа

Данная деталь – «Ступица» это центральная часть вращающейся сборочной единицы с отверстием для насадки на вал или ось.

Деталь изготовлена из алюминиевого деформируемого сплава Д16 по ГОСТ 4784-97.

«Ступица» представляет собой тело вращения шириной 47 мм с максимальным диаметром  $\varnothing 200$  мм. Деталь имеет внутренние расточенные поверхности –  $\varnothing 128$  мм,  $\varnothing 36$  мм,  $\varnothing 15$  мм,  $\varnothing 15$  мм и посадочную поверхность  $\varnothing 30h6$  мм. Наружная посадочная поверхность –  $\varnothing 140h7$  мм. На  $\varnothing 168$  мм в детали имеются 6 равнорасположенных резьбовых сквозных отверстий М10-6Н мм (приложение А).

Выполнив анализ конструкторского чертежа можно сделать вывод, что число проекции, сечений, разрезов достаточно. Оценена простановка размеров и предельных отклонений, расположения поверхностей и шероховатости.

Рабочий чертеж, данный по заданию дипломного проекта, соответствует требованиям ЕСКД и технологичности изготовления изделия: шероховатость проставлена в соответствии с последними изменениями ГОСТ 2789-73.

Шероховатость свободных поверхностей, не указанных на чертеже, имеет значение Ra 5,0. Неуказанные предельные отклонения размеров охватывающих по Н14, охватываемых по h14, остальных по IT14/2.

Деталь является технологичной, т.к. отвечает следующим требованиям:

- формы и размеры заготовки максимально приближены к форме и размерам детали;
- при обработке есть возможность использовать проходные, подрезные резцы;
- жесткость обеспечивает достижение необходимой точности при обработке, так как  $l/d$  меньше 10...12.

Далее выполняем количественную оценку технологичности конструкции детали. Составляем таблицу точности поверхности детали (таблица 1.1) и таблицу шероховатости поверхностей детали (таблица 1.2).

Таблица 1.1 – Точность поверхности детали.

Квалитет точности $IT$	7	9	14
Количество размеров $n$	5	3	9

По формуле вычислим средний коэффициент точности обработки

$$IT_{cp} = \frac{\sum IT_i \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (1.1)$$

где  $IT_i$  – квалитет точности  $i$ -ой поверхности;

$n$  – количество поверхностей, имеющих  $IT_i$  квалитет.

$$IT_{cp} = \frac{7 \cdot 5 + 9 \cdot 3 + 14 \cdot 9}{5 + 3 + 9} = 11,06.$$

Определим коэффициент точности обработки по формуле  $K_{m.v}$ :

$$K_{m.v} = 1 - \frac{1}{IT_{cp}} = 1 - \frac{1}{11,06} = 0,909 \quad (1.2)$$

По данному показателю деталь технологична, т.к.  $K_{m.v} > 0,8$

Определим среднюю шероховатость поверхности детали  $Ш_{cp, мкм}$ :

$$Ш_{cp} = \frac{\sum R_{ai} \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (1.3)$$

где  $R_{ai}$  – значение шероховатости  $i$ -той поверхности детали,  $мкм$ ;

$n_i$  – количество поверхностей, имеющих шероховатость  $R_{ai}$ .

Для расчета коэффициента шероховатости составим расчетную таблицу

1.2.

Таблица 1.2 – Шероховатость поверхностей детали.

Шероховатость, класс	6	4	3	2
Количество поверхностей $n$	6	3	3	5

Тогда:

$$Ш_{cp} = \frac{6 \cdot 6 + 4 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 5}{6 + 3 + 3 + 5} = 3,94 \text{ мкм.}$$

Коэффициент шероховатости поверхностей  $K_{ш}$ :

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{cp}} = \frac{1}{3,94} = 0,25. \quad (1.4)$$

По данному показателю деталь технологична, т.к.  $K_{ш} > 0,18$

Рассчитаем коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_z}, \quad (1.5)$$

где  $M_d$  – масса детали;

$M_z$  – масса заготовки.

$$K_{им} = \frac{0,78}{4,2} = 0,18$$

В целом можно сделать вывод о том, что деталь технологична по всем показателям.

### 1.3 Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который найдем по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}}, \quad (1.6)$$

где  $t_{\text{в}}$  – такт выпуска детали, мин.;

$T_{\text{ср}}$  – среднее штучно–калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}},$$

где  $F_{\text{г}}$  – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{\text{г}}$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 2.1 [5,стр.22] при двусменном режиме работы:  $F_{\text{г}} = 3946$  ч.

Тогда

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} = \frac{3946 \times 60}{5000} = 157,84 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к}i}}{n} = \frac{67,5}{5} = 13,5 \text{ мин}, \quad (1.7)$$

где –  $T_{\text{ш.к}i}$  – штучно – калькуляционное время  $i$ -ой основной операции, мин.;  $n$  – количество основных операций.

Тогда коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}} = \frac{157,85}{13,5} = 11,69$$

Так как  $10 < K_{з.о.} < 20$ , то тип производства среднесерийный.

## 1.4 Выбор заготовки

Одним из основополагающих принципов выбора метода получения заготовки является обеспечение максимального приближения ее формы, размеров и качества поверхности к аналогичным характеристикам получаемой детали. В этом случае существенно сокращается расход металла, объем механической обработки и производственный цикл изготовления детали. В машиностроении основными видами заготовок для деталей являются стальные и чугунные отливки, отливки из цветных металлов и сплавов, штамповки и всевозможные профили проката.

Программа выпуска продукции, т.е. количество изделий, выпускаемых в течение определенного времени (обычно за год), является одним из важнейших факторов, определяющих выбор метода и способа производства заготовок.

Проанализировав деталь «Ступица» делаем вывод, что целесообразнее всего выполнить ее из проката, так как для данного типа детали требуются особые прочностные характеристики, недопустимость микротрещин, а также отсутствие различного рода дефектов литья.

Одним из показателей, характеризующих коэффициент экономичность выбранной заготовки, является коэффициент использования материала  $K_M$ . Его определяют как отношение массы детали к массе заготовки:

$$K_M = M_D / M_3; \quad (1.8)$$

$$K_{им} = \frac{0,78}{4,2} = 0,18$$

Для рациональных форм и вида выбранной заготовки характерны значения этого коэффициента, близкие к единице, что обуславливает более низкую себестоимость последующей механической обработки, меньший расход материала, энергии, инструмента и т.п.

Чертеж заготовки представлен в графической части проекта.

## 1.5 Маршрут обработки

Структура технологического процесса обработки детали «Ступица» зависит от типа обработки и определяется рядом факторов. К ним относятся:

1. Количество обрабатываемых деталей и последовательность их обработки. В нашем случае одновременно будет обрабатываться только одна деталь. Деталь может располагаться в несколько потоков и возможна параллельная или последовательно-параллельная обработка.

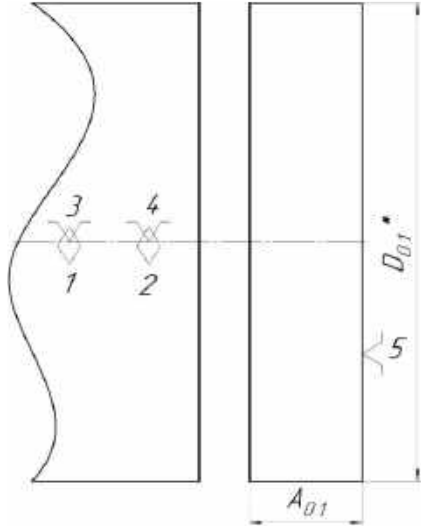
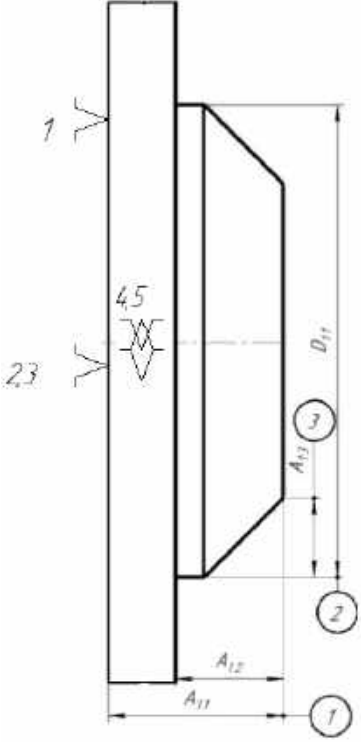
2. Способ установки детали в приспособление может быть автоматическим, вручную, поочередно каждой детали, предварительно вручную вне станка в кассету, на плите и др. в нашем случае деталь устанавливается в приспособления вручную.

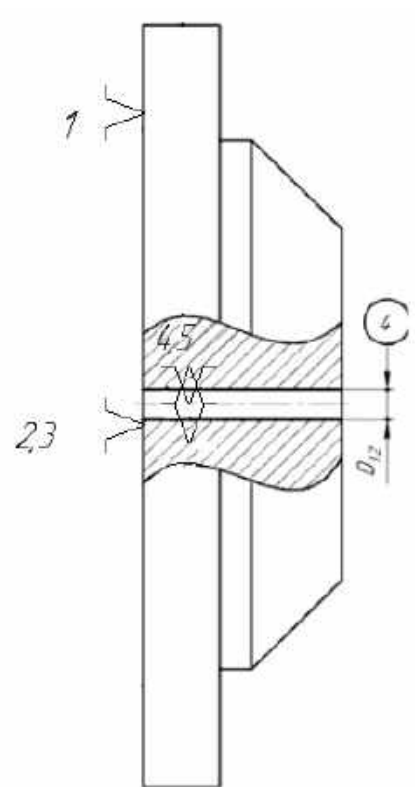
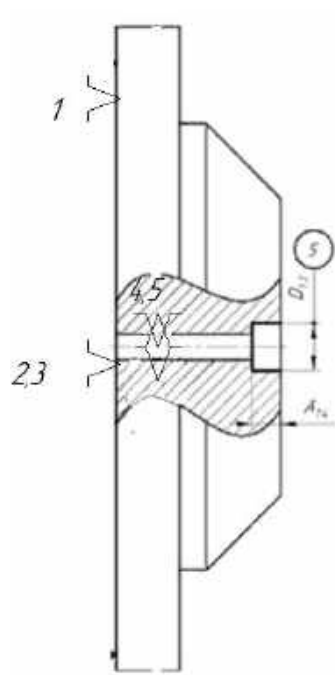
Заданный объем партии  $N=5000$  позволяет применить принцип концентрации операций, при котором наибольшее количество механической обработки производится на одном станке одним рабочим, что снизит себестоимость производства изделия, приведет к уменьшению количества слесарных и контрольных операций, повысит производительность труда и штучное время изготовления единицы изделия.

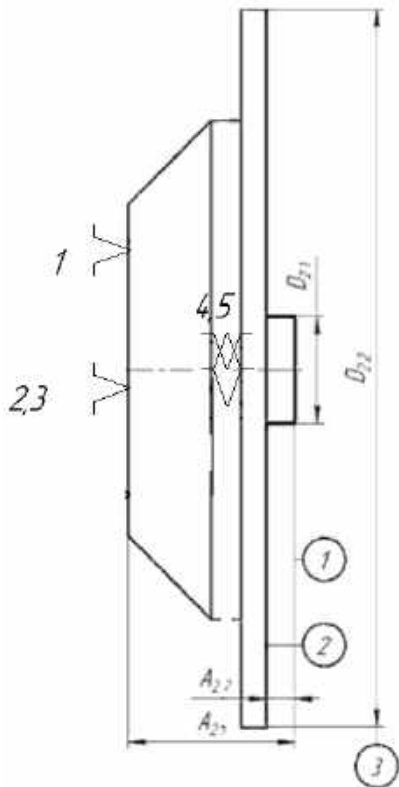
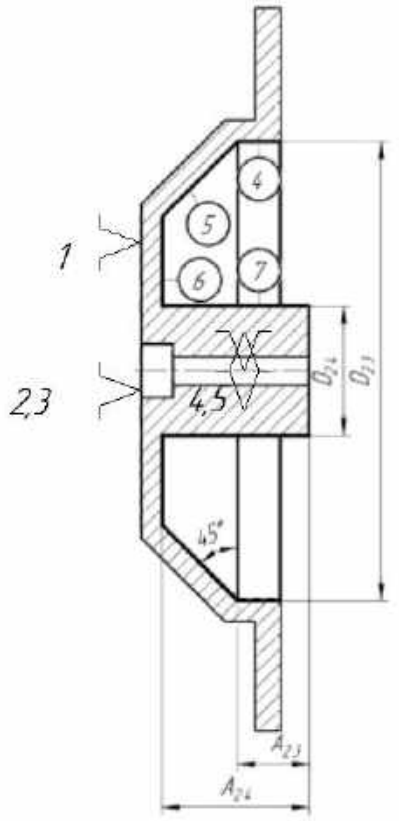
Разработаем техпроцесс изготовления детали (приложение Б).

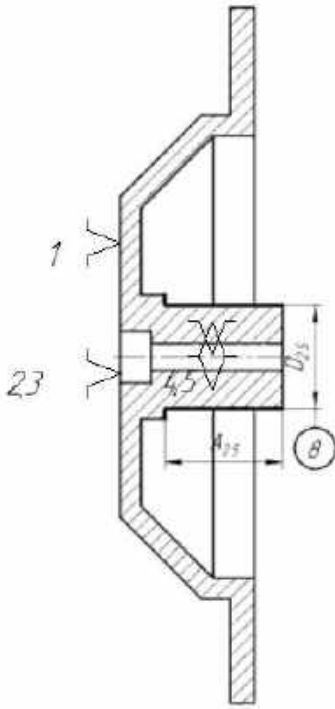
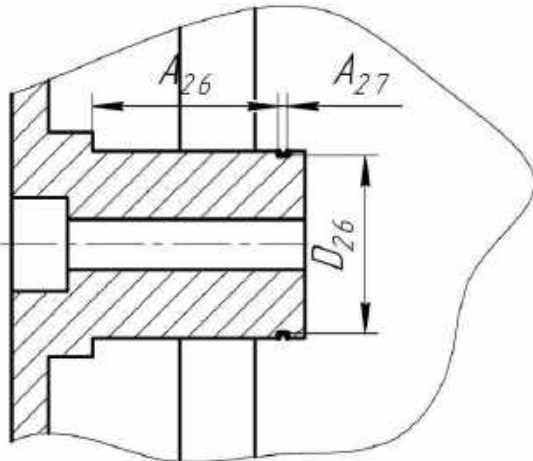
Таблица 1.3 – Разработка технологического маршрута изготовления детали «Ступица».

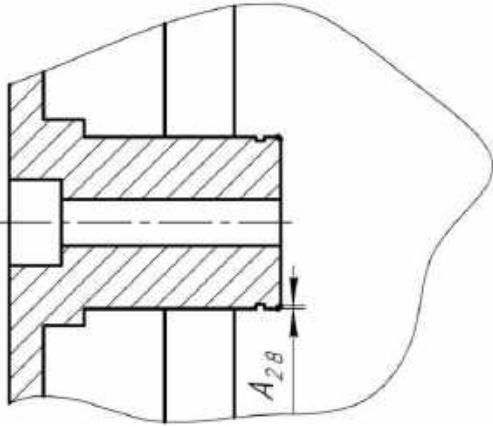
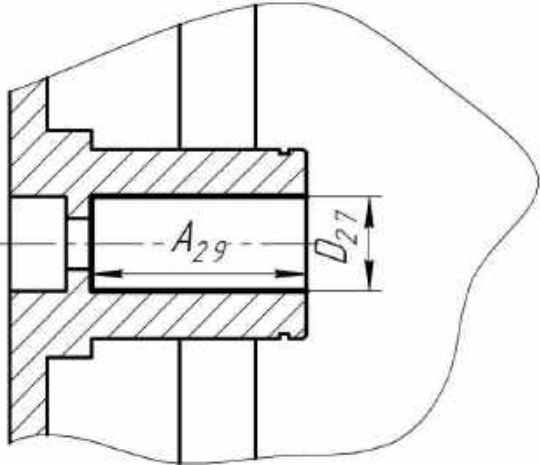
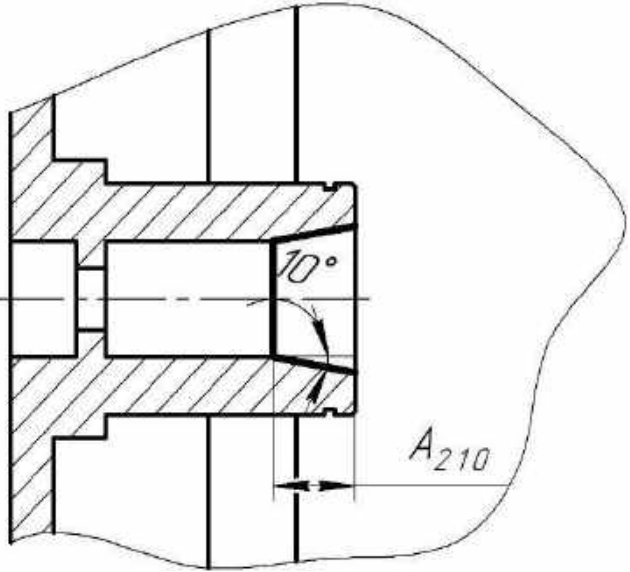


Номер операции и	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
005	<p><u>Заготовительная</u></p> <p>я</p> <p>Отрезать заготовку, выдержав размер <math>A_{01}</math></p>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Rz100}</math></p> 
010	<p><u>Токарная</u></p> <p>1. Подрезать торец 1, выдержав размер <math>A_{11}</math>.</p> <p>2. Точить поверхность 2, выдерживая размеры <math>D_{11}</math> и <math>A_{12}</math>.</p> <p>3. Точить фаску 3, выдержав размер <math>A_{13} \times 45^\circ</math></p>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra2,5}</math></p> 

	<p>4.Сверлить отверстие 4, выдержав размер D12</p>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra2,5}</math></p> 
	<p>5.Зенковать отверстие 5, выдержав размеры D13 и A14</p>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra2,5}</math></p> 

<p>015</p>	<p>Токарная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подрезать торец 1, выдержав размер A21</li> <li>2. Точить поверхность 2, выдержав размеры A22 и 3. Точить поверхность 3 выдержав размер D22</li> </ol>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra2,5}</math></p> 
	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Точить поверхности 4, 5, 6, 7 выдержав размеры D23, A23, A24, D24.</li> </ol>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra2,5}</math></p> 

	<p>5. Точить поверхность 8, выдерживая размеры D25 и A25</p>	<p><math>\sqrt{Ra_{2,5}}</math></p> 
	<p>6. Точить канавку, выдерживая размеры A26, A27, D26</p>	<p><math>\sqrt{Ra_{2,5}}</math></p> 

	<p>7. Точить фаску, выдерживая размер A28x45o</p>	<p><math>\sqrt{Ra2,5}</math></p>  <p>The drawing shows a cross-section of a mechanical part with a chamfered edge. A dimension line labeled A28 indicates the length of the chamfered section.</p>
	<p>7. Расточить отверстие D27, выдерживая размеры A29</p>	<p><math>\sqrt{Ra2,5}</math></p>  <p>The drawing shows a cross-section of a mechanical part with a central hole. Dimension lines indicate the hole diameter as D27 and the length of the hole as A29.</p>
	<p>8. Точить конус, выдерживая размеры A210 и 10°.</p>	<p><math>\sqrt{Ra2,5}</math></p>  <p>The drawing shows a cross-section of a mechanical part with a conical chamfer. Dimension lines indicate the chamfer length as A210 and the chamfer angle as 10°.</p>

<p>020</p>	<p><u>Сверлильная</u></p> <p>1. Сверлить 6 отверстий выдерживая размеры D31, D32 и 60°</p>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra3,2}</math></p>
<p>025</p>	<p><u>Резьбонарезная</u></p> <p>1. Нарезать резьбу М10-7Н в 6 отверстиях</p>	

## 1.6 Размерный анализ спроектированного техпроцесса

Исходными данными для размерного анализа являются чертеж детали, чертеж исходной заготовки и технологический процесс изготовления детали.

Анализируемые операции и переходы нумеруются в последовательности выполнения цифрами 1,2,3 и т.д. Дополнительно указываются номера операций  $\varphi$  по технологическому процессу.

На рисунке 2 представлена размерная схема технологического процесса.

Далее строится граф-дерево технологических размеров (рисунок 3).

Затем на граф-дерево технологических размеров в виде ребер, соединяющих соответствующие вершины, наносим конструкторские размеры и припуски. Таким образом, получим граф технологических размерных цепей (приложение В).

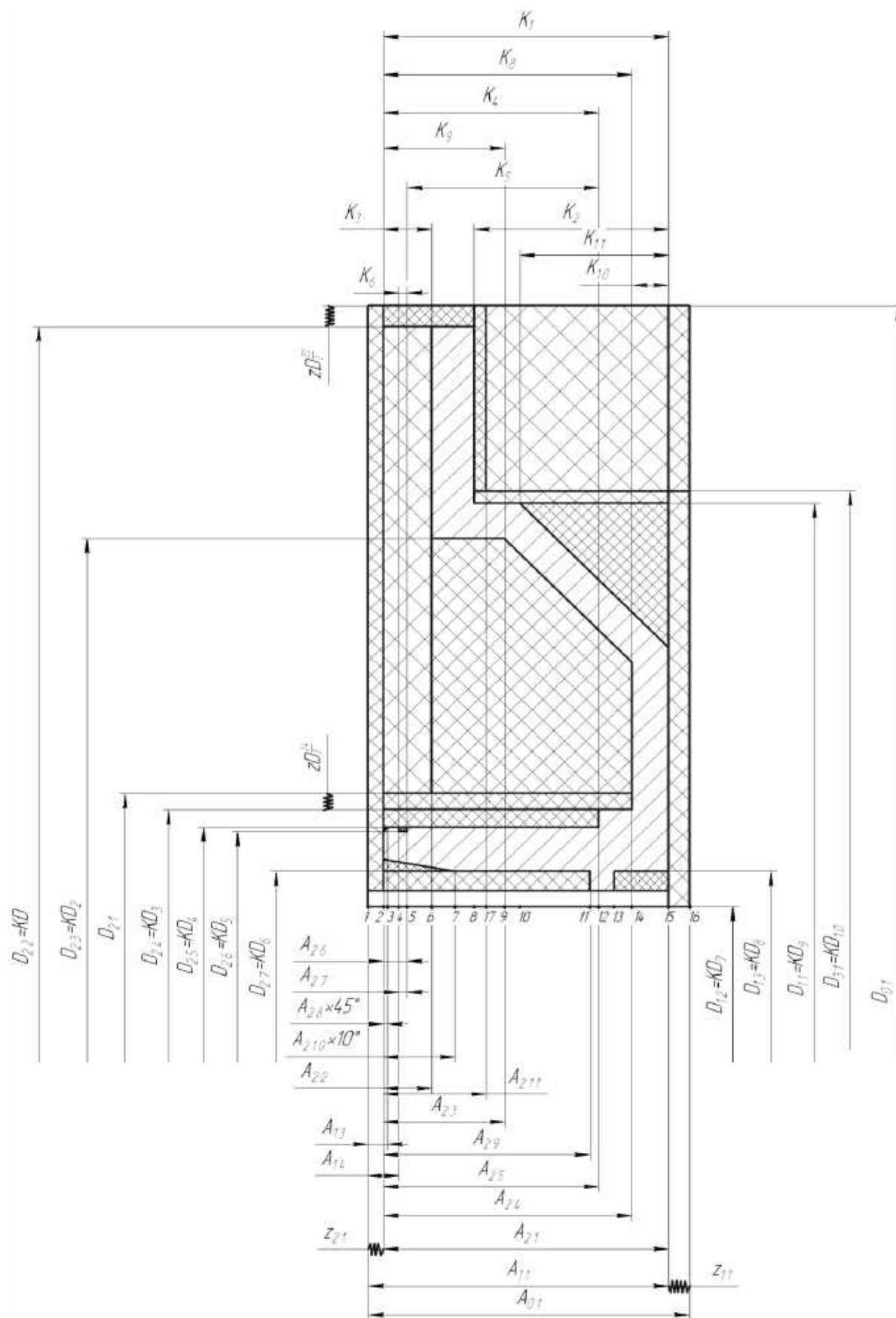


Рис. 2 Размерная схема технологического процесса



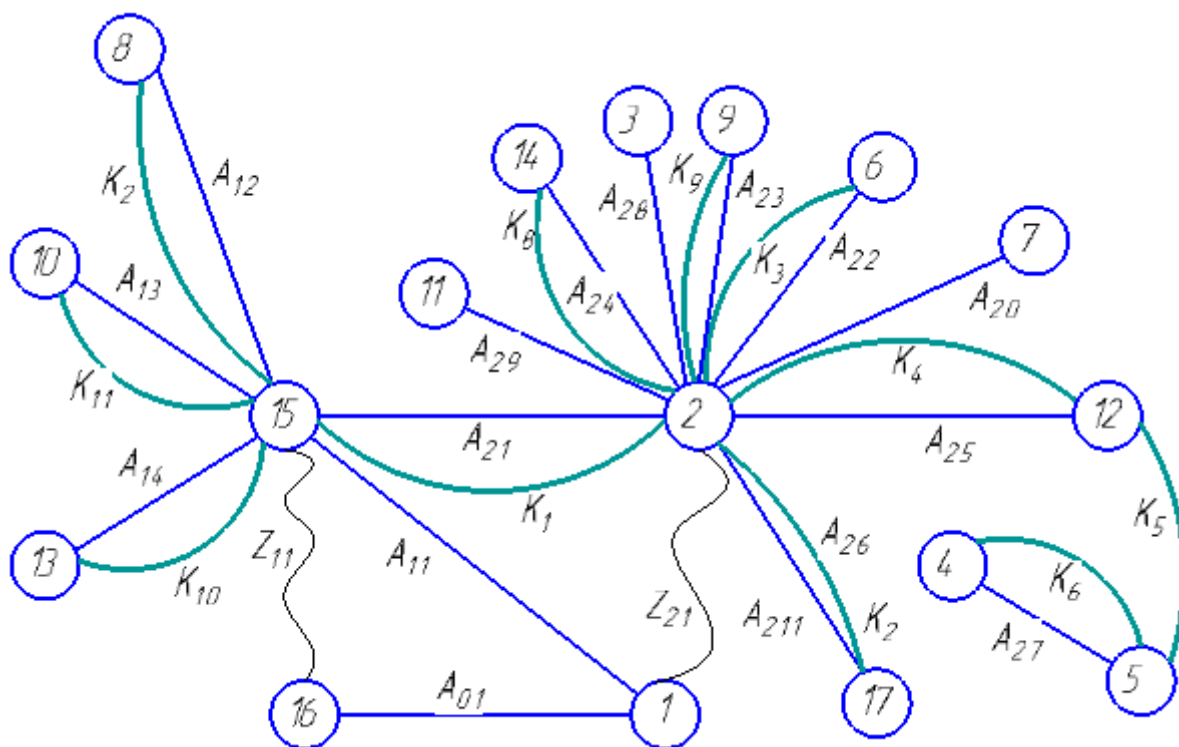


Рис. 3 Граф-дерево технологических размеров

Назначение допусков на технологические размеры.

По ГОСТ 7505–89 назначаем основные отклонения от формы исходной заготовки:

$$\rho = 0,79 \text{ мм.}$$

1. Назначение допусков на осевые технологические размеры:

1) Размер  $A_{11}$ :

$$T_{A_{11}} = \omega_c + \rho_0 + \varepsilon_6 = 0,17 + 0,79 + 0,6 = 1,56 \text{ мм,}$$

где  $\omega_c$  – статистическая погрешность обработки на токарном станке с ЧПУ;

$\rho_0$  – погрешность формы, полученная на предыдущей операции.

2) Размер  $A_{21}$ :  $T_{A_{21}} = T_{K_1} = 0,62 \text{ мм}$

4) Размер  $A_{23}$ :  $T_{A_{23}} = T_{K_9} = 0,43 \text{ мм}$

5) Размер  $A_{24}$ :  $T_{A_{24}} = 0,17 \text{ мм}$

6) Размер  $A_{25}$ :  $T_{A_{25}} = T_{K_4} = 0,62 \text{ мм}$

7) Размер  $A_{26}$ :  $T_{A_{26}} = T_{K_5} = 0,2 \text{ мм}$

- 8) Размер  $A_{27}$ :  $TA_{27}=TK_6=0,25$  мм
- 9) Размер  $A_{29}$ :  $TA_{29}=0,17$  мм
- 10) Размер  $A_{22}$ :  $TA_{22}=0,17$  мм
- 11) Размер  $A_{211}$ :  $TA_{211}=0,17$  мм
- 11) Размер  $A_{13}$ :  $TA_{13}=0,17$  мм
- 12) Размер  $A_{14}$ :  $TA_{14}=0,17$  мм

2. Назначение допусков на диаметральные технологические размеры

- 1) Размер  $D_{11}$ :

$$TD_{11}=\omega_c+\rho_0=0,17+0,61=0,78 \text{ мм,}$$

где  $\omega_c$  – статистическая погрешность обработки на токарном станке с ЧПУ;

$\rho_0$  – погрешность формы, полученная на предыдущей операции.

- 2) Размер  $D_{12}$ :  $TD_{12}=TK_{D7}=0,35$  мм
- 3) Размер  $D_{13}$ :  $TD_{13}=TK_{D8}=0,43$  мм
- 4) Размер  $D_{21}$ :  $TD_{21}=\omega_c=0,17$  мм
- 5) Размер  $D_{22}$ :  $TD_{22}=TK_{D1}=0,87$  мм
- 6) Размер  $D_{23}$ :  $TD_{23}=TK_{D2}=0,87$  мм
- 7) Размер  $D_{24}$ :  $TD_{24}=TK_{D3}=0,62$  мм
- 8) Размер  $D_{25}$ :  $TD_{25}=TK_{D4}=0,13$  мм
- 9) Размер  $D_{26}$ :  $TD_{26}=TK_{D5}=0,52$  мм
- 10) Размер  $D_{27}$ :  $TD_{27}=TK_{D6}=0,43$  мм

Расчет минимальных припусков на технологические размеры

1. Расчет минимальных припусков на осевые технологические размеры [3].

- 1) Припуск  $Z_{11min}$ :

$$Z_{11min}=Rz_0+h_0+\rho_0=0,1+0,5+0,1=0,7 \text{ мм,}$$

где  $Rz_0$  – шероховатость, полученная на заготовительной операции;

$h_0$  – толщина дефектного слоя, полученная на заготовительной операции;  
 $\rho_0$  – точность геометрической формы при точении.

2) Припуск  $Z_{21\min}$ :

$$Z_{21\min} = Rz_0 + h_0 + \rho_0 = 0,1 + 0,5 + 0,1 = 0,7 \text{ мм.}$$

2. Расчет минимальных припусков на диаметральные технологические размеры

1) Припуск  $Z_{D24\min}$ :

$$Z_{D24\min} = 2(Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2}) = 2(0,1 + 0,5 + \sqrt{0,1^2 + 0,04^2}) = 1,7 \text{ мм,}$$

где  $Rz_1$  – шероховатость, полученная на заготовительной операции;  
 $h_1$  – толщина дефектного слоя, полученная на заготовительной операции;  
 $\rho_1$  – погрешность установки в трехкулачковом патроне.

2) Припуск  $Z_{D22\min}$ :

$$Z_{D22\min} = 2(Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2}) = 2(0,15 + 0,1 + \sqrt{0,1^2 + 0,06^2}) = 0,73 \text{ мм}$$

Расчет технологических размеров

1) Размер  $A_{01\text{cp}}$ :

Рассчитываем среднее значение припуска  $Z_{11\text{cp}}$

$$Z_{11\text{cp}} = Z_{11\min} + \frac{TA_{01} + TA_{11}}{2} = 0,7 \frac{0,2 + 0,4}{2} = 1 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $A_{01\text{cp}}$ :

$$A_{01\text{cp}} = A_{11\text{cp}} + Z_{11\text{cp}} = 48,5 + 1 = 49,5_{-0,3}^{+0,1} \text{ мм.}$$

Вычисляем номинальное значение припуска  $Z_{11\text{cp}}$ :

$$Z_{11} = A_{01} - A_{11} = 49,5_{-0,3}^{+0,1} - 48,5 - 0,2 = 1_{-0,3}^{+0,3} \text{ мм.}$$

2) Размер  $A_{21\text{cp}}$ :

Рассчитываем среднее значение припуска  $Z_{11\text{cp}}$

$$Z_{21\text{cp}} = Z_{21\min} + \frac{TA_{21} + TA_{11}}{2} = 0,7 \frac{0,2 + 0,62}{2} = 1,1 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $A_{11\text{cp}}$ :

$$A_{11\text{cp}} = A_{21\text{cp}} + Z_{21\text{cp}} = 47,31 + 1,11 = 48,42 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $A_{11}=48,5_{-0,2}$  мм.

Вычисляем номинальное значение припуска  $Z_{21cp}$ :

$$Z_{21} = A_{11} - A_{21} = 48,5_{-0,2} - 47^{+0,62} = 1,5_{-0,82} \text{ мм.}$$

Расчет диаметральных технологических размеров

1) Рассчитываем среднее значение припуска  $Z_{D24cp}$

$$Z_{D24CP} = Z_{D24min} + \frac{TD_{21} + TD_{24}}{2} = 1,7 \frac{0,17 + 0,62}{2} = 2,095 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $D_{21cp}$ :

$$D_{21cp} = D_{24cp} + Z_{D24cp} = 36,31 + 2,095 = 38,405 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $D_{21}=38,5^{+0,17}$  мм.

Вычисляем номинальное значение припуска  $Z_{D24cp}$ :

$$Z_{D24} = D_{21} - D_{24} = 38,5^{-0,17} - 36^{+0,62} = 1,5_{-0,62}^{+0,17} \text{ мм.}$$

1) Рассчитываем среднее значение припуска  $Z_{D22cp}$

$$Z_{D22CP} = Z_{D22min} + \frac{TD_{01} + TD_{24}}{2} = 0,73 \frac{0,78 + 0,87}{2} = 1,555 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $D_{01cp}$ :

$$D_{01cp} = D_{22cp} + Z_{D22cp} = 200,435 + 1,555 = 201,99 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $D_{01}=202^{+0,78}$  мм.

Вычисляем номинальное значение припуска  $Z_{D22}$ :

$$Z_{D22} = D_{01} - D_{22} = 202^{+0,78} - 200^{+0,87} = 2,0_{-0,87}^{+0,78} \text{ мм.}$$

## 1.7 Расчет режимов резания

Рассчитанные или выбранные режимы резания при выполнении технологической операции должны обеспечивать требуемую точность обработки при максимальной производительности труда и минимальной себестоимости.

Операция 010 – Токарная.

Глубина резания:  $t=Z_{cp}=2,5$  мм.

Подача:  $S=0,42$  мм/об.

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,42^{0,45}} \cdot 0,757 = 95 \text{ м/мин},$$

где  $K_v$  - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.  $K_v=K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv}$ , где  $K_{mv}$  - коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$K_{mv}=0,84$  ;

$K_{pv}$  - коэффициент учитывающий состояние поверхности,  $K_{pv}=1,0$ ;

$K_{uv}$  - коэффициент учитывающий материал инструмента,  $K_{uv}=0,9$ .

$K_v=0,84 \cdot 1 \cdot 0,9=0,757$

1)  $C_v = 280$ ,  $x = 0.15$ ,  $y = 0.45$ ,  $m = 0.2$

Рассчитаем силу резания  $P_z$ :

$$P_z(y, x) = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

где  $C_p$  - постоянная в формуле силы резания,  $C_p = 300$ .

$n$ ,  $x$ ,  $y$  - показатели степени,  $x=1$  ;  $y=0,75$  ;  $n= -0,15$ ;

$K_p$  - поправочный коэффициент на силу резания:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p},$$

где  $K_{mp}$  - поправочный коэффициент на обрабатываемый материал;

$K_{\varphi p}$  - поправочный коэффициент на угол в плане  $\varphi$ ,  $K_{\varphi p} = 0,89$ ;

$K_{\gamma p}$  - передний угол  $\gamma$ ,  $K_{\gamma p} = 1$ ;

$K\lambda_p$  – угол наклона режущей кромки  $\lambda$ ,  $K\lambda_p = 1$ .

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22;$$

$$K_{Pz} = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 1,08.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 95^{-0,15} \cdot 1,08 = 5165 \text{ Н.}$$

По известной силе  $P_z$  и скорости резания  $V$  произведем проверку по мощности привода главного движения станка необходимо, чтобы мощность затрачиваемая на резание была меньше мощности привода станка. Мощность затрачиваемая на резание:

$$N_{PEZ} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N_{рез} = \frac{5165 \cdot 95}{1020 \cdot 60} = 8 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности выполняется  $3,05 \text{ кВт} < 10 \text{ кВт}$ .

Операция 015 – Токарная с ЧПУ

1. Подрезка торца и точение наружной поверхности

Глубина резания:  $t = Z_{cp} = 1,5 \text{ мм}$ .

Подача:  $S = 0,42 \text{ мм/об}$ .

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,42^{0,45}} \cdot 0,757 = 140 \text{ м/мин,}$$

где  $K_v$  - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.  $K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv}$ , где  $K_{mv}$  – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{mv} = 0,84;$$

$K_{pv}$  - коэффициент учитывающий состояние поверхности,  $K_{pv} = 1,0$ ;

$K_{uv}$  - коэффициент учитывающий материал инструмента,  $K_{uv} = 0,9$ .

$$K_v = 0,84 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,757$$

$$2) \quad C_v = 280, \quad x = 0,15, \quad y = 0,45, \quad m = 0,2$$

Рассчитаем силу резания  $P_z$ :

$$P_z(y, x) = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

где  $C_p$  – постоянная в формуле силы резания,  $C_p = 300$ .

$n, x, y$  – показатели степени,  $x=1$ ;  $y=0,75$ ;  $n=-0,15$ ;

$K_p$  – поправочный коэффициент на силу резания:

$$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p},$$

где  $K_{M_p}$  – поправочный коэффициент на обрабатываемый материал;

$K_{\varphi_p}$  – поправочный коэффициент на угол в плане  $\varphi$ ,  $K_{\varphi_p} = 0,89$ ;

$K_{\gamma_p}$  – передний угол  $\gamma$ ,  $K_{\gamma_p} = 1$ ;

$K_{\lambda_p}$  – угол наклона режущей кромки  $\lambda$ ,  $K_{\lambda_p} = 1$ .

$$K_{M_p} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22;$$

$$K_{p_z} = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 1,08.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,42^{0,75} \cdot 140^{-0,15} \cdot 1,08 = 3099 \text{ Н.}$$

По известной силе  $P_z$  и скорости резания  $V$  произведем проверку по мощности привода главного движения станка необходимо, чтобы мощность затрачиваемая на резание была меньше мощности привода станка. Мощность затрачиваемая на резание:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N_{рез} = \frac{5165 \cdot 95}{1020 \cdot 60} = 8 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности выполняется  $3,05 \text{ кВт} < 10 \text{ кВт}$ .

## 1.8 Выбор оборудования и технологической оснастки

Выбор станочного оборудования является одной из важнейших задач при разработке технологического процесса механической обработки заготовки. От правильного его выбора зависит производительность изготовления детали, экономное использование производственных площадей, механизации и автоматизации и ф ручного труда, электроэнергии и в итоге себестоимость изделия.

В зависимости от объёма выпуска изделий выбираем универсальные станки.

Выбор приспособления. При разработке технологического процесса механической обработки заготовки необходимо правильно выбрать приспособления, которые должны способствовать повышению производительности труда, ликвидации предварительной разметки заготовки и выверки их при установке на станке.

Применение станочных приспособлений и вспомогательных инструментов при обработке заготовок даёт ряд преимуществ:

- повышает качество и точность обработки деталей;
- сокращает трудоёмкость обработки заготовок за счёт резкого уменьшения времени, затрачиваемого на установку, выверку и закрепление;
- расширяет технологические возможности станков;
- создаёт возможность одновременной обработки нескольких заготовок, закреплённых в общем приспособлении.

Выбор режущего инструмента. При разработке технологического процесса механической обработки заготовки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и качеством обрабатываемой поверхности заготовки.



При выборе режущего инструмента необходимо стремиться принимать стандартный инструмент, но, когда целесообразно, следует применять специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей.

Правильный выбор режущей части инструмента имеет большое значение для повышения производительности и снижения себестоимости обработки. Выбор материала для режущего инструмента зависит от формы и размеров инструмента, материала обрабатываемой заготовки, режимов резания и типа производства.

Режущий инструмент выбираем по соответствующим стандартам и справочной литературе в зависимости от методов обработки детали.

Таблица 1.7 - Выбор оборудования и режущего инструмента по маршруту обработки детали «Ступица».

№ п/п	Наименование операции	Оборудование	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
0	1	2	3	4
005	Заготовительная			
010	Токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 16К20	Резец проходной отогнутый 2102-3406 ГОСТ 18868-73; резец проходной упорный 2103-1103 ГОСТ 18879-73, резец расточной 2140-0501 Т5К10 ГОСТ 18872-73, сверло 2300-0226 ГОСТ 10902-77.	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89
015	Токарная с	Токарно-	Головка расточная	Штангенци

	ЧПУ	револьверный центр с ЧПУ Haas OL-1	SECO C4-391.0750-40; резцовая вставка A75040CC1290; пластина CC1204; державка PWLNR2525M06; токарная пластина CCMW09T308S-MF2-L1	рукуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89, радиусомер
020	Вертикально-сверлильная	Вертикально - сверлильный 2Н125	Сверло 2300-3421 ГОСТ 10902-77, Метчик 2621-1209 ГОСТ 3266-81,	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89. калибр-пробка 8133-0916 ГОСТ 14810-69
050	Моечная	Моечная машина Rutector UNIX 80		
045	Контрольная	Стол БТК		

## 1.9 Расчет нормы времени операций технологического процесса

Для нормирования времени технологического процесса механической обработки партии деталей рассчитывается штучно-калькуляционное время, которое определяется как:

$$T_{\text{шк}} = t_o + t_v + t_{\text{обс}} + t_{\text{л}} + t_{\text{п}} / n,$$

где  $t_o$  – основное время обработки;

$t_v$  – вспомогательное время;

$t_{\text{обс}}$  – время обслуживания рабочего места;

$t_{\text{л}}$  – время на личные потребности рабочего;

$t_{\text{п}}$  – подготовительно – заключительное время;

$n = 5000$  дет. – годовая программа выпуска партии деталей.

Основное время определяется как:

$$T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i,$$

где  $L = l + l_{\text{вп}} + l_{\text{сх}}$  – расчетная длина обработки;

$i$  – число рабочих ходов;

$S_m$  – минутная подача инструмента.

Вспомогательное время берется от основного времени в соотношении  $t_v = 0,15t_o$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}},$$

где  $t_T$  – время технического обслуживания (6% от  $t_{\text{оп}}$ );

$t_{\text{орг}}$  – время организационного обслуживания (0,6 - 8 % от  $t_{\text{оп}}$ ).

Время на личные потребности (2,5% от  $t_{\text{оп}}$ ).

Подготовительно – заключительное время ( $t_{\text{пз}} = t_{\text{смены}} = 8\text{ч.}$ )

Расчет норм времени для операции 010

1. Подрезать торец

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 4):

$$L = l + l_{\text{нод}} + l_{\text{вп}} = D_{01}/2 + 1 + t \cdot \text{ctg}\varphi = 100 + 1 + 2.6 = 103,6 \text{ мм.}$$

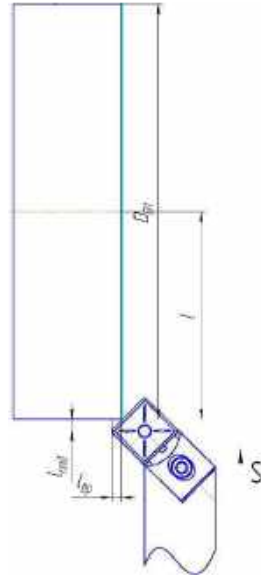


Рис. 4

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S \cdot n = 0,42 \cdot 332 = 140 \text{ м/мин},$$

где  $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = 332 \text{ мин}^{-1}$ .

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_0=0,2$  мин.

2. Точение наружной поверхности

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 5):

$$L = l + l_{нод} + l_{бр} = 1 + 1 + t \cdot \text{ctg}\varphi = 32 + 1 + 1,8 = 34,8 \text{ мм}.$$

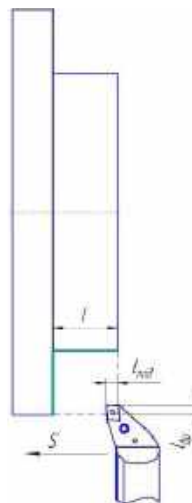


Рис. 5

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S \cdot n = 0,42 \cdot 332 = 140 \text{ м/мин},$$

где  $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = 332 \text{ мин}^{-1}$ .

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_0=0,6$  мин.

3. Точение фаски

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 6):

$$L = l + l_{под} + l_{гр} = 1 + 1 + 1 \cdot \text{ctg}\varphi = 32 + 1 + 1,8 = 34,8 \text{ мм}.$$

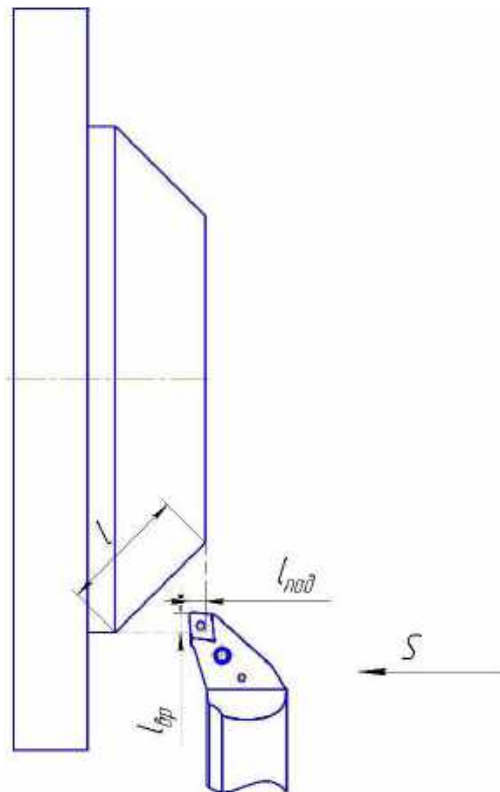


Рис. 6

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S \cdot n = 0,42 \cdot 332 = 140 \text{ м/мин},$$

где  $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = 332 \text{ мин}^{-1}$ .

3) Число рабочих ходов  $i=6$ .

4) Тогда основное время  $t_0=0,6$  мин.

#### 4. Сверление отверстия

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 7):

$$L=l+l_{нод}+l_{ер} = A_{11}+1+t \cdot \operatorname{ctg} \varphi = 47+1+1,8=49,8 \text{ мм.}$$

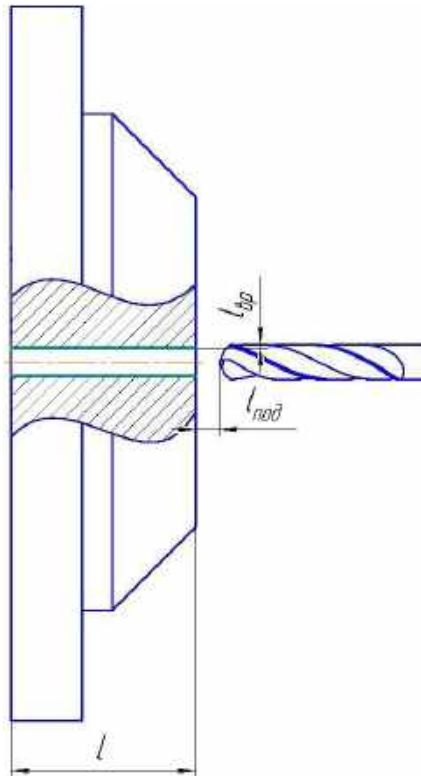


Рис. 7

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S \cdot n = 0,42 \cdot 332 = 140 \text{ м/мин,}$$

$$\text{где } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = 332 \text{ мин}^{-1}.$$

3) Число рабочих ходов  $i=6$ .

4) Тогда основное время  $t_o=0,5$  мин.

#### 5. Зенкование отверстия

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 8):

$$L=l+l_{нод}+l_{ер} = A_{14}+1+t \cdot \operatorname{ctg} \varphi = 9+1+1,8=11,8 \text{ мм.}$$

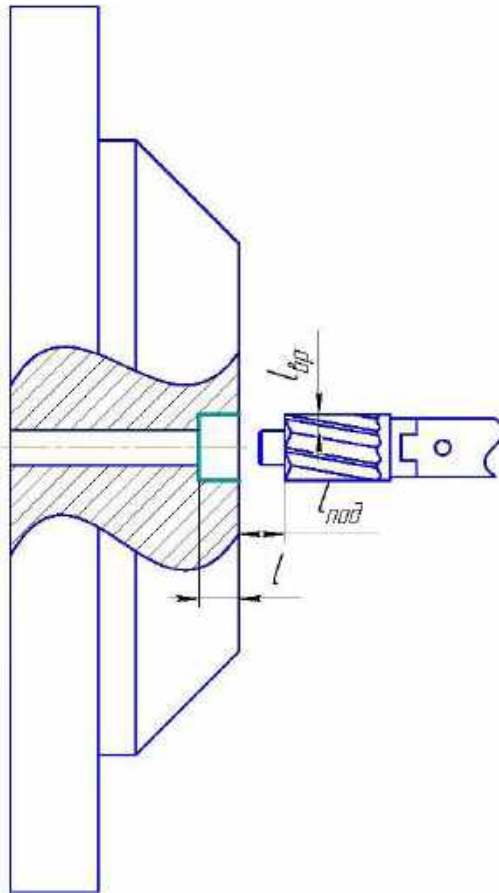


Рис. 8

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S \cdot n = 0,42 \cdot 332 = 140 \text{ м/мин},$$

где  $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = 332 \text{ мин}^{-1}$ .

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_o=0,2$  мин.

6. Общее основное время:

$$t_o = t_{o1} + t_{o2} + t_{o3} + t_{o4} + t_{o5} = 0,2 + 0,6 + 0,6 + 0,5 + 0,2 = 1,8 \text{ мин.}$$

7. Вспомогательное время операции:

$$t_b = 0,15 t_o = 0,105 \text{ мин.}$$

8. Оперативное время:

$$t_{оп} = t_o + t_b = 1,905 \text{ мин.}$$

9. Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_{\Gamma} + t_{орг} = 0,06 t_{оп} + 0,08 t_{оп} = 0,11 + 0,15 = 0,26 \text{ мин.}$$

10. Время на личные потребности:

$$t_{\text{лп}}=0,025t_0=0,01 \text{ мин.}$$

Тогда штучно-калькуляционное время определяется как:

$$T_{\text{шк}}=t_0+t_{\text{в}}+t_{\text{обс}}+t_{\text{лп}}+ t_{\text{лп}}/n=1,8+0,105+0,26+480/5000=2,48 \text{ мин.}$$

Расчет норм времени для операции 020

1. Подрезать торец

1. Определяем расчетную длину обработки (рис. 9):

$$L=l+l_{\text{нод}}+l_{\text{сп}}=D_{22}/2+1+t \cdot \text{ctg}\varphi=100+1+2.6=103,6 \text{ мм.}$$

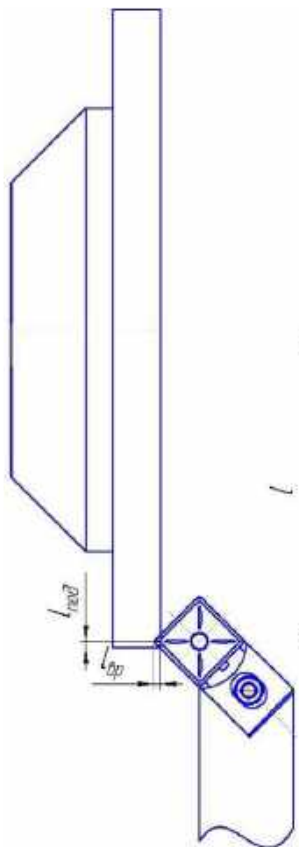


Рис. 9

2) Определяем минутную подачу:

$$S_{\text{м}}=S \cdot n=0,42 \cdot 743=312 \text{ мм/мин,}$$

$$\text{где } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = 743 \text{ мин}^{-1}.$$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_0=0,06$  мин.



## 2. Точение поверхности

1. Определяем расчетную длину обработки (рис. 10):

$$L=l+l_{нод}+l_{сп}=1+1+t \cdot \operatorname{ctg} \varphi=8+1+1,8=10,8 \text{ мм.}$$

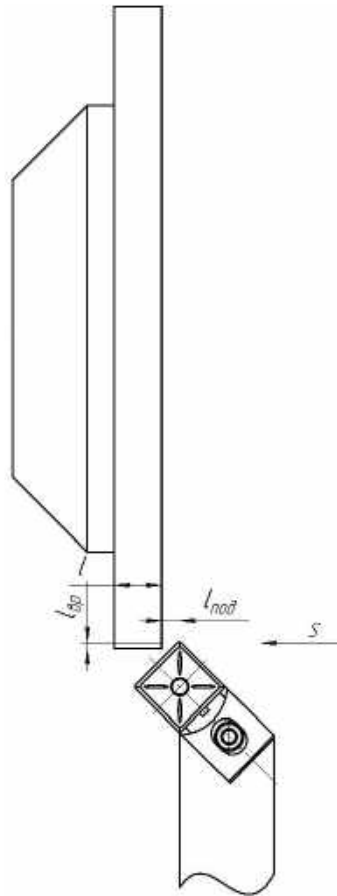


Рис. 10

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S \cdot n = 0,42 \cdot 743 = 312 \text{ мм/мин,}$$

где  $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = 743 \text{ мин}^{-1}$ .

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_0=0,1$  мин.

## 3. Точение поверхности

1. Определяем расчетную длину обработки (рис. 11):

$$L=l/2+l_{нод}+l_{сп}=1/2+1+t \cdot \operatorname{ctg} \varphi=82+1+1,8=84,8 \text{ мм.}$$

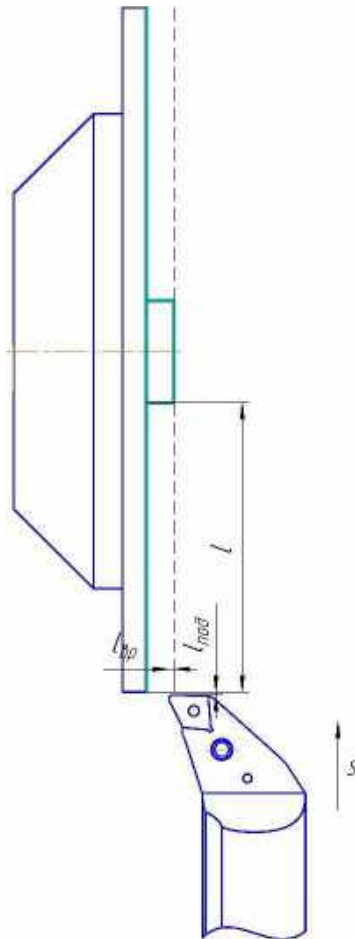


Рис. 11

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S \cdot n = 0,42 \cdot 743 = 312 \text{ мм/мин},$$

где  $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = 743 \text{ мин}^{-1}$ .

3) Число рабочих ходов  $i=2$ .

4) Тогда основное время  $t_0=0,4$  мин.

4. Точение поверхности

1. Определяем расчетную длину обработки (рис. 12):

$$L = l + l_{под} + l_{пр} = 46 + 1 + 1,8 = 48,8 \text{ мм}.$$

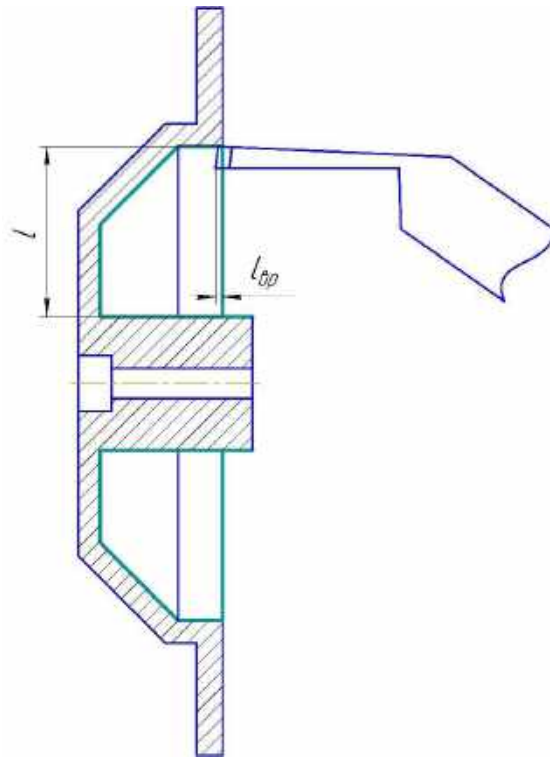


Рис. 12

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S \cdot n = 0,42 \cdot 743 = 312 \text{ мм/мин},$$

где  $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = 743 \text{ мин}^{-1}$ .

3) Число рабочих ходов  $i=5$ .

4) Тогда основное время  $t_0=1,5$  мин.

5. Точение поверхности

1. Определяем расчетную длину обработки (рис. 13):

$$L = l/2 + l_{под} + l_{сп} = l/2 + 1 + t \cdot \text{ctg}\varphi = 82 + 1 + 1,8 = 84,8 \text{ мм}.$$

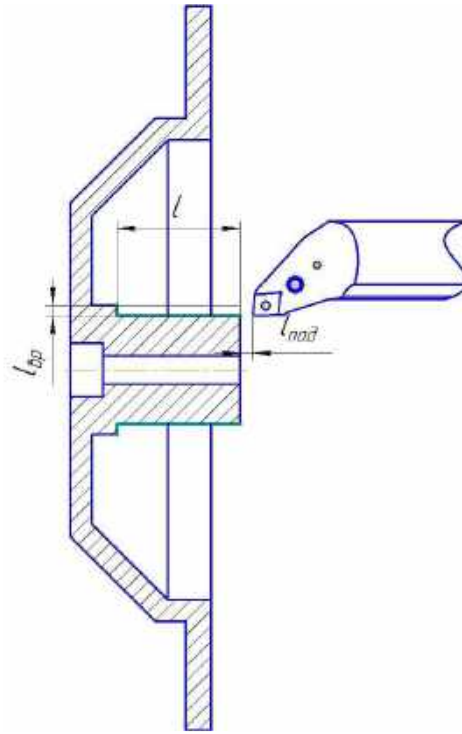


Рис. 13

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S \cdot n = 0,42 \cdot 743 = 312 \text{ мм/мин},$$

$$\text{где } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = 743 \text{ мин}^{-1}.$$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_o=0,05$  мин.

6. Точение канавки

1. Определяем расчетную длину обработки (рис. 14):

$$L = l + l_{нод} + l_{гр} = 1 + 1 + t \cdot \text{ctg}\varphi = 0,5 + 1 + 1,8 = 2,3 \text{ мм}.$$

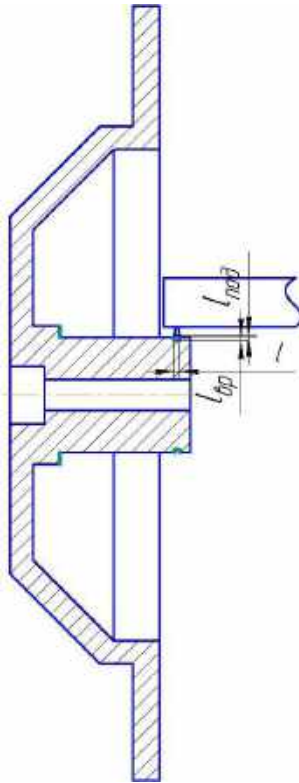


Рис. 14

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S \cdot n = 0,42 \cdot 743 = 312 \text{ мм/мин},$$

где  $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = 743 \text{ мин}^{-1}$ .

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_o=0,05$  мин.

7. Точение фаски

1. Определяем расчетную длину обработки (рис. 15):

$$L = l + l_{под} + l_{фр} = 1 + 1 + t \cdot \text{ctg}\varphi = 0,5 + 0,5 + 1 = 2 \text{ мм}.$$

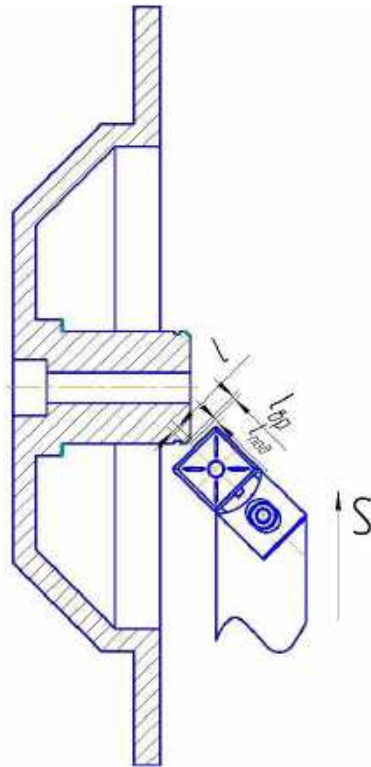


Рис. 15

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S \cdot n = 0,42 \cdot 743 = 312 \text{ мм/мин},$$

где  $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = 743 \text{ мин}^{-1}$ .

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_0=0,01$  мин.

8. Расточить отверстие

1. Определяем расчетную длину обработки (рис. 16):

$$L = l + l_{под} + l_{сп} = 1 + 1 + t \cdot \text{ctg}\varphi = 34 + 1 + 1,6 = 36,6 \text{ мм}.$$

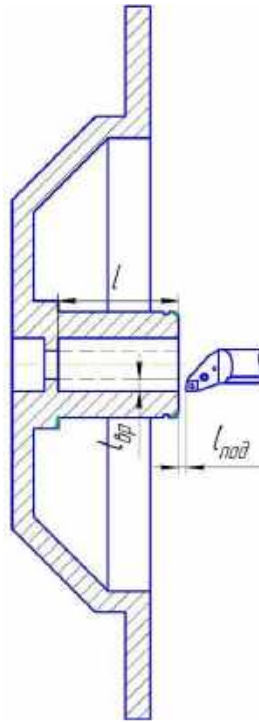


Рис. 16

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S \cdot n = 0,42 \cdot 743 = 312 \text{ мм/мин},$$

где  $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = 743 \text{ мин}^{-1}$ .

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_o=0,5$  мин.

9. Точение поверхности

1. Определяем расчетную длину обработки (рис. 17):

$$L = l + l_{под} + l_{сп} = 1 + 1 + t \cdot \text{ctg} \varphi = 1,18 + 1 + 1,6 = 3,78 \text{ мм}.$$

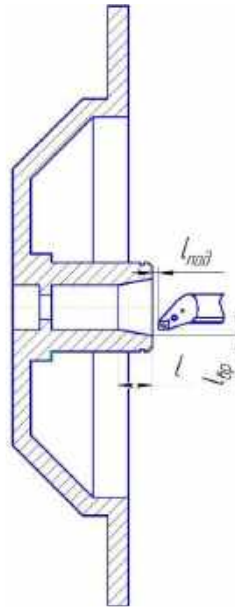


Рис. 17

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S \cdot n = 0,42 \cdot 743 = 312 \text{ мм/мин},$$

где  $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = 743 \text{ мин}^{-1}$ .

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_o=0,4$  мин.

10. Общее основное время:

$$t_o = t_{o1} + t_{o2} + t_{o3} + t_{o4} + t_{o5} + t_{o6} + t_{o7} + t_{o8} + t_{o9} = \\ = 0,06 + 0,1 + 0,4 + 1,5 + 0,05 + 0,05 + 0,01 + 0,5 + 0,4 = 3,07 \text{ мин.}$$

11. Вспомогательное время операции:

$$t_b = 0,15 t_o = 0,05 \text{ мин.}$$

12. Оперативное время:

$$t_{оп} = t_o + t_b = 3,12 \text{ мин.}$$

13. Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_{\Gamma} + t_{оп\Gamma} = 0,06 t_{оп} + 0,08 t_{оп} = 0,77 + 0,24 = 1,01 \text{ мин.}$$

14. Время на личные потребности:

$$t_{\Pi} = 0,025 t_o = 0,01 \text{ мин.}$$

Тогда штучно-калькуляционное время определяется как:

$$T_{шк} = t_o + t_b + t_{обс} + t_{\Pi} + t_{\Pi} / n = 3,07 + 0,05 + 1,01 + 480 / 5000 = 4,45 \text{ мин.}$$



## 2. Конструкторская часть

### 2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания

В качестве технологической оснастки было спроектировано специальное приспособление для сверлильной операции на универсальном сверлильном станке (приложение Г).

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «выходной вал» на универсальном вертикально сверлильном станке 2С125.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Ступица».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «пластина» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	Тип производства – среднесерийный Программа выпуска - 5000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модели 2С125.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация.

## 2.2 Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления

В условиях серийного производства к конструкциям приспособлений и их приводам предъявляются различные требования, в зависимости от которых определяется степень специализации приспособления, уровень их механизации. Помимо общих требований – точность, жесткость, компактность – главная задача при конструировании приспособления сводится к максимальной механизации и автоматизации с целью повышения точности обработки, производительности и облегчения труда станочника.

Выбирая схему приспособления нужно учитывать максимальное использование нормативных сборочных единиц и конструкций, а также обеспечение наименьшей величины времени на установку и закрепление обрабатываемых деталей при достижении требуемой точности обработки.

Для выполнения сверлильной операции спроектируем приспособление на универсальный сверлильный станок, которое позволит точно и быстро производить механическую обработку, сократить время за закрепление и переустановку детали.

Ознакомившись с возможными вариантами закрепления данной детали, выбираем следующую конструкцию приспособления.

## **2.3 Конструирование и расчет функциональных элементов приспособления и исполнительных размеров**

Разработку конструкции приспособления выполняем в соответствии с общими рекомендациями, как было изложено выше.

На основе составленной схемы базирования в точках, которыми деталь должна опираться на установочные элементы, вычерчиваем выбранные по ГОСТ опорные элементы. Остальные стандартные элементы и посадки соединений также выбираем из ГОСТа.

При конструировании учитываем зажимные усилия, выбранные при силовом расчете.

Важным условием работоспособности приспособления является возможность легкого удаления стружки из зоны установки детали. Особенно тщательно следует очищать поверхность установочных элементов, поэтому к ним должен быть обеспечен свободный доступ. В разработанном приспособлении такая возможность предусмотрена.

## 2.4 Разработка схемы для расчета и определения сил закрепления

Усилие зажима  $W$ ,  $H$ , вычисляются по формуле:

$$W=(K \cdot M_k)/(F \cdot R)=(2.592 \cdot 50,4)/(0.1 \cdot 30) = 43,55 \text{ Н}, \quad (2)$$

где  $K$  – коэффициент запаса, вычисляются по формуле:

$$K=K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6=1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1=2,592, \quad (3)$$

где  $K_0$  – гарантированный коэффициент запаса во всех случаях  $K_0=1,5$ ;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовок  
 $K_1=1,2$ ;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления инструмента  $K_2=1,2$ ;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при прерывистости резания при точении  $K_3=1,2$ ;

$K_4$  – коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима, развиваемой силовым приводом приспособления  $K_4=1$ ;

$K_5$  – коэффициент, учитывающий эргономику зажимных элементов  
 $K_5=1$ ;

$K_6$  – коэффициент, учитываемый только при наличии крутящего момента, стремящегося повернуть обрабатываемую деталь  $K_6=1$ ;

$M_k$  – крутящий момент сверла определяем по формуле:

$$M_k = P_z \cdot d/2=1200 \cdot 0,084/2=50,4 \text{ Нм},$$

где  $P_z=1200 \text{ Н}$  – сила резания;  $d=8,4 \text{ мм}$  – диаметр сверла;  $F=0.1$  – коэффициент трения.

1. Определение сил закрепления.

Уравнение равновесия системы сил пневматического зажима определяется как:

$$K \cdot P_0 \leq Q,$$

где  $K = 1,5$  – коэффициент запаса.

Отсюда находим силу закрепления

$$Q = 1990 \cdot 1.5 \approx 2985 \text{ Н}$$

Проверяем отсутствие проворачиваемости детали во время сверления уравнением равновесия крутящих моментов:

$$K \cdot M_{sp} \leq M_{тр},$$

где  $M_{тр}$  – момент трения на валу.

Момент трения на валу рассчитывается как :

$$\begin{aligned} M_{тр} &= Q \cdot D / 2 \cdot \left( \frac{f_1 \cdot \sin(\alpha / 2) + f_2 \cdot \sin(\alpha / 2)}{2} + f_3 \right) = \\ &= 3000 \cdot 0.025 / 2 \cdot \left( \frac{0.15 \cdot \sin(90 / 2) + 0.15 \cdot \sin(90 / 2)}{2} + 0.3 \right) = 13.4 \text{ Н} \cdot \text{м} \end{aligned}$$

где  $f_1, f_2, f_3$  – коэффициенты трения на сопрягаемых поверхностях

Тогда

$$10,8 < 13,4$$

Условие выполняется.

## 2.5 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Специальное приспособление разработано для сверления радиальных отверстий диаметром  $\varnothing 8,4$  мм на универсальном вертикально сверлильном станке 2Н125.

Сборка приспособления производится в следующем порядке: В отверстие основания приспособления вставляется подшипник, сверху крепится поворотный стол с помощью стопорного кольца, подшипники крепится крышкой к основанию снизу. После этого, в паз вставляется механизм фиксации стола на определенный угол. Так же к основанию крепится направляющая стойка для сверла. Ее закрепляют с торца основания с помощью болтов. В отверстие под стойкой устанавливают упорную втулку со стопорной гайкой.

Данная конструкция устанавливается на стол универсального сверлильного станка 2Н125 и закрепляется с помощью Т-образных болтов.

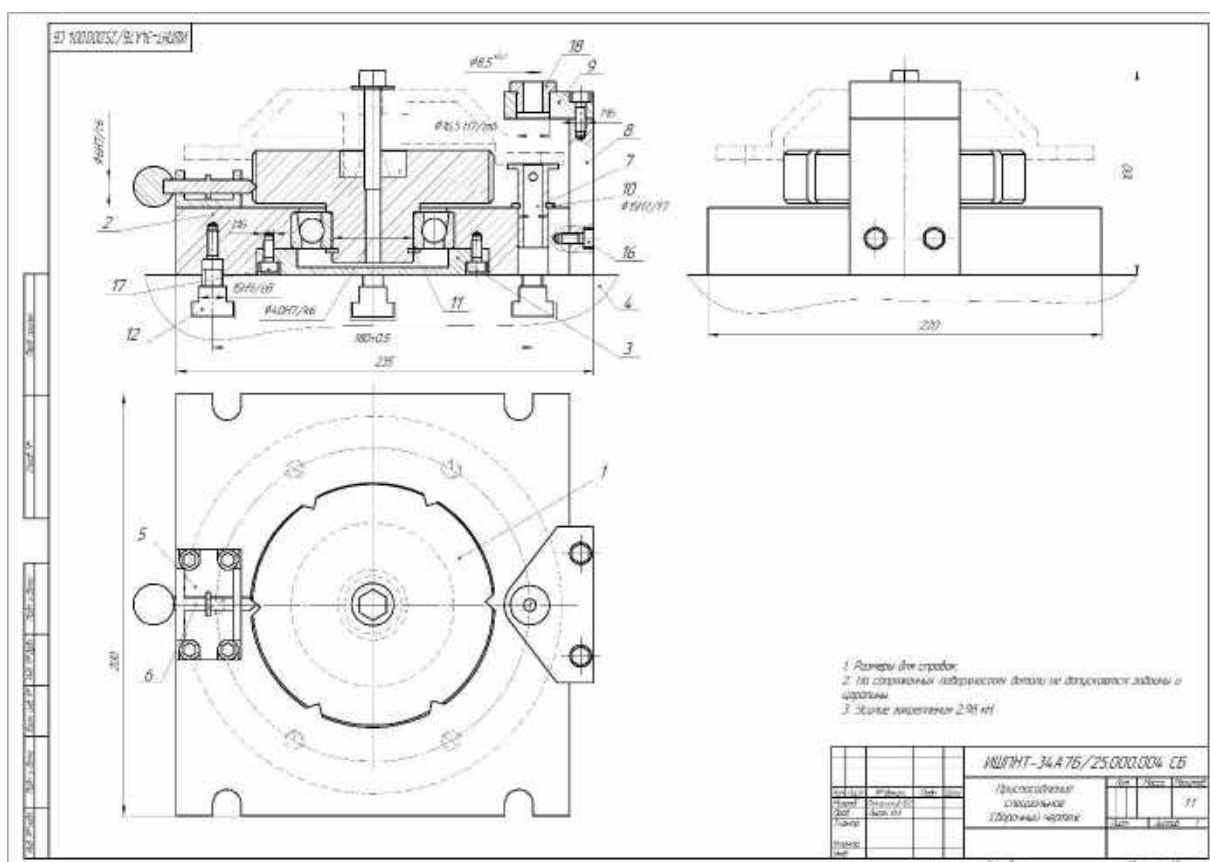


Рис. 18 Эскиз приспособления

## 2.6 Проектирование технологии сборки приспособления

Последовательность общей сборки изделия определяется его конструктивными особенностями и заложенными в конструкции методами получения требуемой точности. Форма организации сборочного процесса оказывает меньшее влияние на последовательность сборки изделия.

Разработка технологического процесса сборки включает: 1) выбор метода сборки; 2) разбивку изделия на сборочные группы и подгруппы; 3) определение содержания сборочных операций и установление наиболее рациональной последовательности их выполнения; 4) установление режимов сборки и норм времени на выполнение сборочных операций; 5) составление задания на конструирование необходимого инструмента, приспособлений и оборудования; 6) назначение технических условий на сборку ф элементов и общую сборку изделия по операциям; 7) выбор методов и средств технического контроля; 8) определение рациональных способов транспортирования, подбор и проектирование транспортных средств; 9) проектирование технологической планировки сборочного цеха; 10) составление и оформление технической документации.

Разработка технологического процесса сборки начинается с составления схемы сборочных элементов изделия, которая является графическим изображением последовательности соединения деталей между собой; она же позволяет расчленить сборку на узловую и общую. Схема сборочных элементов изделия, дополненная технологическими указаниями об особенностях сборки и контроля, превращается в технологическую схему сборки.

Разработка технологического процесса сборки начинается с изучения служебного назначения и конструкции изделия, условий работы и технических условий его приемки. Глубина разработки процесса сборки

предопределяется типом производства и размером годового выпуска. При большом выпуске процесс сборки разрабатывается детально с возможно полной дифференциацией сборочных операций.

Разработка технологического процесса сборки производится поэтапно на основе стандартов ЕСТПП, ЕСТД и других в следующей последовательности.

Разработка технологического процесса сборки машин является частью технологической подготовки машиностроительного производства. Главными принципами проектирования процессов сборки являются обеспечение высокого качества изделий, достижение наибольшей производительности и экономичности процесса на основе возможно более широкого применения механизации и автоматизации сборочных работ. Как уже отмечалось, технический и организационный уровень сборки в значительной мере определяют надежность и долговечность машины.

Разработка технологического процесса сборки конструкций тесно связана с выбором рациональных типов имеющихся в цехе приспособлений и проектированием новых приспособлений и кондукторов в зависимости от особенностей изделия и принятого метода сварки.

Разработку технологического процесса сборки начинают с изучения конструкции собираемого объекта, условий его работы и технических условий его приемки. Изучение конструкции целесообразно совмещать с технологическим контролем сборочного чертежа.

Разработке технологического процесса сборки машин должна предшествовать своевременная работа технологов в конструкторском отделе над технологичностью запроектированной машины.

Глубина разработки технологического процесса сборки предопределяется типом производства и размером годового выпуска. При малых выпусках изделий разработка процесса сборки представляет собой лишь общую наметку сборочных операций. При большом выпуске процесс сборки разрабатывается детально с возможно полной



дифференциацией сборочных операций. Технологию необходимо знать условия, в которых будет выполняться разработанный технологический процесс сборки.

Целью разработки технологического процесса сборки машины является либо описание последовательности проведения сборочных операций для инструктажа рабочего-сборщика, либо получение сходных данных для проведения дальнейших этапов проектирования или других работ по сборочному цеху.

## Результаты проведенной разработки

В результате выполнения данной части проекта была достигнута поставленная цель, т. е. разработан технологический процесс изготовления детали «Ступица» в заданном типе производства и соответственно были решены задачи:

1. Разработан чертеж заготовки и детали «Ступица» в САД-редакторе КОМПАС в соответствии с требованиями ГОСТа, на чертеже приведены все необходимые размеры, отклонения и качества для изготовления детали, а также учтены все  $\sigma$  свойства поверхностей, необходимые в работе данной детали в сопряжении с другими деталями для обеспечения нормативного срока службы.

2. Разработан маршрутный технологический процесс изготовления детали «Ступица» путем выбора технологических операций, целесообразных для изготовления данной детали в серийном производстве, а также стадий операций. Были подобраны все станки для каждой технологической операции для более производительной и автоматизированной работы по изготовлению детали «Ступица».

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-4А7Б	Фахартинову Юрию Владимировичу

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Машиностроения</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Проектирование технологического процесса изготовления ступицы

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет проекта составил 448 963 руб. включая з/п исполнителей, накладные расходы отчисления во внебюджетные фонды.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Районный коэффициент – 30% Накладные расходы -16%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2%

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ потенциальных потребителей; Анализ конкурентных технических решений; SWOT-анализ; Определение возможных альтернатив проведения научного исследования.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование структуры работ; Расчет трудоемкости проведения работ; Построение графика проведения работ; Формирование бюджета проекта.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Анализ сравнительной эффективности проекта.

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Матрица SWOT
2. График проведения НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН ШБИП	Клемашева Елена Игоревна	К.Э.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-4А7Б	Фахартинов Юрий Владимирович		

### **3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

#### **3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

##### **3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Результатом работы является документация для подготовки производства изготовления детали «Ступица». Объем выпуска продукции составляет 5000 шт. в год. Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов исследования выступают машиностроительные предприятия, находящиеся в любой области Российской Федерации, оборудование которых позволяет производить обработку металлов давлением (горизонтально ковочная машина) и обладающих необходимым станочным парком.

##### **3.1.2 Анализ конкурентных технических решений**

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали. В качестве конкурентных решений будут рассмотрены разработки Томского электромеханического завода им. Вахрушева и Томского инструментального завода.

Таблица 3.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>р</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>р</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1. Повышение							

производительности труда пользователя	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
2. Удобство эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
3. Энергоэкономичность	0,1	3	2	3	0,3	0,2	0,3
4. Надежность	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
5. Безопасность	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
6. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
7. Простота эксплуатации	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	3	4	3	0,06	0,08	0,06
3. Цена	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	4	2	0,4	0,4	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,01	1	1	1	0,01	0,01	0,01
6. Срок выхода на рынок	0,01	3	2	2	0,03	0,02	0,02
7. Наличие сертификации разработки	0,01	0	0	0	0	0	0
Итого	1	45	41	39	3,8	3,31	3,19

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле [17]:

$$K = \sum B_i \cdot V_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Разработка:

$$K = \sum B_p \cdot V_p = 45 \cdot 3,8 = 171,$$

Конкуренты:

$$K = \sum B_{k1} \cdot V_{k1} = 41 \cdot 3,31 = 135,71$$

$$K = \sum B_{k2} \cdot V_{k2} = 39 \cdot 3,19 = 124,41$$

Анализ показывает, что наша разработка конкурентоспособна. Разработанная технология является удобной в эксплуатации и повышает производительность труда. Цена детали, изготовленной по разработанному техпроцессу в рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

### 3.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) описывает качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяет принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации [17].

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1 [17].

Таблица 3.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес крите	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средне-взвешенное
-----------------	-----------	-------	-------------------	------------------------	-------------------

	рия				значени е
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,1	70	100	0,7	0,07
2. Надежность	0,05	70	100	0,7	0,035
3. Унифицированность	0,1	60	100	0,8	0,08
4. Уровень материалоемкости разработки	0,1	50	100	0,5	0,05
5. Безопасность	0,08	50	100	0,5	0,04
6. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	70	100	0,7	0,07
7. Простота эксплуатации	0,1	70	100	0,7	0,07
8. Качество интеллектуального интерфейса	0	50	100	0,5	0
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
9. Конкурентоспособно сть продукта	0,1	70	100	0,7	0,07
10. Уровень проникновения на рынок	0,1	70	100	0,7	0,07
11. Перспективность рынка	0,01	50	100	0,5	0,05
12. Цена	0,1	70	100	0,7	0,03
13. Срок выхода на рынок	0,01	50	100	0,5	0,002
14. Финансовая эффективность научной разработки	0,05	70	100	0,7	0,014

Итого	1	890		8,9	0,605
-------	---	-----	--	-----	-------

Пояснения к составлению таблицы:

$$\text{Относительное значение} = \frac{\text{Баллы}}{\text{Максимальный бал}}$$

$$\text{Средневзвешенное значение} = \text{Относительное значение} \cdot \text{Вес критерия}$$

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле [17]:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i = 890 \cdot 0,605 = 538,45,$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;  $V_i$  – вес показателя (сумма баллов);  $B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Разработка считается перспективной, если средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки более 80. В нашем случае 538,45, разработка перспективна.

### 3.1.4 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта [17]

1. Описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 3.3 – Матрица SWOT

Сильные стороны научно-исследовательского проекта.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта.
--	---



С1. Наличие бюджетного финансирования. С2. Наличие опытного руководителя. С3. Использование современного продукта для автоматизации производства. С4. Наличие современного программного продукта автоматизации производства С5. Актуальность проекта. С6. Использование УП.	Сл1. Недостаточное развитие новых технологий обработки и оборудования в машиностроении. Сл2. Высокая стоимость оборудования. Сл3. Текучесть квалифицированных кадров.
Возможности	Угрозы
В1. Возможность автоматизации технологического процесса. В2. Уменьшение себестоимости выпускаемой продукции.	У1. Появление новых конкурентных технологий. У2. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции

2. Выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 3.4 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Возможность и проекта		С1	С2	С3	С4	С5	С6
	В1	+	-	+	+	0	+
	В2	0	-	-	-	0	-

Таблица 3.5 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	+	-	0
	В2	0	-	0

Таблица 3.6 – Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5	С6
	У1	0	0	+	+	+	+
	У2	0	0	+	+	0	+

Таблица 3.7 – Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	-	+
	У2	+	0	0

### 3. Составление итоговой матрицы SWOT-анализа.

Таблица 3.8 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта.
	<p>С1. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя.</p> <p>С3. Использование современного продукта для автоматизации производства.</p> <p>С4. Наличие современного программного продукта автоматизации производства</p> <p>С5. Актуальность проекта.</p> <p>С6. Использование УП.</p>	<p>Сл1. Недостаточное развитие новых технологий обработки и оборудования в машиностроении.</p> <p>Сл2. Высокая стоимость оборудования.</p> <p>Сл3. Текучесть квалифицированных кадров.</p>
<p>В1. Возможность автоматизации технологического процесса.</p> <p>В2. Уменьшение себестоимости выпускаемой продукции.</p>	<p>При использовании современного оборудования и УП обеспечивается автоматизация процесса, что приводит к уменьшению себестоимости продукции.</p>	<p>Автоматизация техпроцесса приводит к созданию новых конкурентных технологий.</p>
<p>У1. Появление новых конкурентных технологий.</p> <p>У2. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p>	<p>Использование современного оборудования пробуждает введение дополнительных требований к сертификации продукции</p>	<p>Развитие технологий приводит к введению дополнительных государственных требований к сертификации продукции.</p>

### 3.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT анализ, а также ФСА-анализ и метод Кано позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов.

Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования.

Морфологический подход:

1. Точная формулировка проблемы исследования.
2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.
3. Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике.
4. Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений.

Таблица 3.9 – Морфологическая матрица для детали «Ступица»

	1	2	3	4
А. Визуализация результатов.	График	Формулы	Числовая информация	Текстовая информация
Б. Длительность расчета, мин.	10	30	50	>60
В. Обеспечение эксплуатационных свойств.	Оценка технологичности.	Анализ с помощью CAD-CAM систем.	Размерный анализ.	Выбор и расчет режимов резания.

Представим несколько вариантов решения технической задачи:

A1B4B3 – представление результатов в виде графиков позволит визуально оценить результаты. Работа с графиками трудоемкий процесс и требует временных затрат, опытным путем установлено, что требуется более 60 мин, на выполнение данной работы. Таким способом проверяют правильность размерного анализа, а именно строят граф-дерево.

A4B2B1 – во втором варианте говорится о текстовой информации.

Такой вид визуализации подходит для теоретической части, в которой производится качественная оценка технологичности изделия. В данном виде работы не требуются расчеты, указываются характеристики изделия в текстовом виде и дается оценка. В среднем требуется около 30 минут.

A2B3B4 – формулы применяются при расчетах. В данном случае производится расчет режимов резания, также опытным путем установлено, что длительность расчета 50 мин.

A3B1B2 – в настоящее время большой популярностью пользуются CAD/CAM системы. Действительно прогресс не стоит на месте и с каждым годом появляется все больше новых программ позволяющих, не прилагая больших усилий, проверить 3D – модель детали на обеспечение эксплуатационных свойств. Для получения результата была построена 3D – модель и указана числовая информация, вследствие чего программа выдала результаты анализа.

### **3.3 Планирование научно-исследовательских работ**

#### **3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования**

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке: определение структуры работ в рамках научного исследования; определение участников каждой работы; установление продолжительности работ; построение графика проведения научных исследований [17].

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 3.10 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные	№	Содержание	Должность	t min	t max	тож	Тр
----------	---	------------	-----------	-------	-------	-----	----

этапы	раб	работ	исполнителя				
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, Студент-исполнитель	1	2	1	0,5
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-исполнитель	7	10	8,2	4,1
	3	Составление маршрута техпроцесса	Студент-исполнитель	14	21	16,8	16,8
	4	Расчет припусков	Студент-исполнитель	7	14	9,8	9,8
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Выбор средств технологического оснащения	Студент-исполнитель	2	7	4	4
	6	Расчет режимов резания	Студент-исполнитель	7	10	8,2	4,1
	7	Нормирование переходов	Студент-исполнитель	7	10	98,2	4,1
Обобщение и оценка результатов	8	Проектирование технологических операций	Студент-исполнитель	7	10	8,2	4,1
	9	Размерный анализ	Студент-исполнитель	2	4	2,8	2,8
	10	Разработка управляющих программ	Студент-исполнитель	5	7	5,8	5,8
	11	Проектирование приспособления	Руководитель, Студент-исполнитель	7	14	9,8	4,9

Разработка техни- ческой документации и проектировани е	12	Разработка карт наладок	Руководитель , Студент- исполнитель	7	14	9,8	4,9
	13	Разработка комплекта технологической документации	Студент- исполнитель	7	10	8,2	8,2
Оформление отчета, но НИР (комплекта документации по ОКР)	14	Составление пояснительной записки  (эксплуатационно- технической документации)	Студент- исполнитель	3	6	4,2	4,2

### 3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

С целью построения ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведена в календарные дни. Для этого была использована следующая формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}}, \quad (51)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определен по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (52)$$

Где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работ	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$		Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$	
	$t_{min_i}$ , чел-дни		$t_{max_i}$ , чел-дни		$t_{ож_i}$ , чел-дни		Руководитель	Исполнитель	Руководитель	Исполнитель
	Руководитель	Исполнитель	Руководитель	Исполнитель	Руководитель	Исполнитель				
Составление и утверждение	1		2		3		3		3	
Подбор и изучение материалов по теме		12		15		14		14		18
Выбор направления исследований	2		4		3		3		4	
Календарное планирование работ по теме		2		3		3		2.5		4
Проведение теоретических расчетов и обоснований		25		40		32		32		44
Построение макетов (моделей) и проведение		20		25		22		22		35
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями		2		3		2		2		2
Контроль результатов исследования	3		4		4		4			6
Технико-экономические расчеты		4		6		6		6		8
Вопросы экологичности и безопасности проекта		4		5		5		5		5
Оценка эффективности полученных результатов	1		3		2		3		3	
<b>Итого дней (руководитель)</b>									<b>10</b>	
<b>Итого дней (исполнитель)</b>									<b>122</b>	
<b>Итого дней (проект)</b>									<b>132</b>	

По календарному плану-графику проведения ВКР видно, что начало работы было в первой половине февраля. Вторая, шестая и восьмая работы выполняются одновременно. По графику видно, что выполнение технологической части работы, самая продолжительная часть работы и составляет 36 дней. Такие работы, составление и утверждение темы ВКР,

согласование выполненной технологической части с научным руководителем, согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем, выполнялись двумя исполнителями. Окончание работы в середине июня.

### **3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования**

Необходимо построить диаграмму Ганта. Календарный план-график проведения НИОКР рассчитан и приведен в таблице А1 (Приложение А).

### **3.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)**

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

#### **1) Расчет материальных затрат НТИ**

В данном разделе произведем расчет материальных затрат. Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле [17]:

$$Z_m = (1 + k_t) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi},$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;  $N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);  $C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);  $k_t$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.



Для остальных позиций произведем аналогичный расчет. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 11.

Таблица 3.11 – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Ноутбук	1	30000	30000
Принтер	1	10000	10000
Электроэнергия	130	5,78	751.4
Итого			40751.4

## 2) Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;  $Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ) [17].

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{зд} \cdot T_p$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. Дн. (табл. 30);  $Z_{зд}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [17]:

$$Z_{он} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d},$$

где  $Z_M$  - месячный должностной оклад работника, руб.;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. Дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. Дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;  $F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 12).

Таблица 3.12 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни/праздничные дни	66	66
Потери рабочего времени - отпуск/невыходы по болезни	56	48
Действительный годовой фонд рабочего времени	243	251

Месячный должностной оклад работника [17]:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p$$

где  $Z_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;  $k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3;  $k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-

20 % от  $Z_{тс}$ );  $k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 13.

Таблица 3.13 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	35120	0,3	0,2	1,3	68484	2931	38	111378
Инженер	14000	0,3	0,2	1,3	27300	1131,2	106,6	120586
Итого $Z_{осн}$								231964

3) Дополнительная заработная плата исполнителей

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле [17]:

$$З_{\text{Доп}} = k_{\text{Доп}} \cdot З_{\text{осн}},$$

где  $k_{\text{Доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Руководитель:

$$З_{\text{Доп}} = k_{\text{Доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 111378 = 13365.36 \text{ руб.}$$

Студент:

$$З_{\text{Доп}} = k_{\text{Доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 120586 = 14470.32 \text{ руб.}$$

Итого: 27835.68 руб.

#### 4) Отчисления во внебюджетные фонды (страховые взносы)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы [17]:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}})$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

В текущем 2022 году действуют такие тарифные ставки для работающих граждан нашего государства (<https://www.b-kontur.ru/enquiry/277>):

- для ПФР – 22% (при зарплате больше 800 тысяч рублей – 10);
- для соцстраха – 2,9% (при заработной плате до 723 тысяч рублей, свыше этой суммы отчисления в этот фонд не производятся);

– для медицинского страхования – 5,1% (здесь федеральное законодательство ограничений не предусматривает);

- несчастные случаи – от 0,2 % до 8,5 % в зависимости от класса профессионального риска, присвоенного основному осуществляемому виду деятельности.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 14).

Таблица 3.14 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Величина отчислений во внебюджетные фонды, руб.
Руководитель	111378	13365.36	37672
Студент	120586	14470.32	40787
Итого		27835,68	78459

#### 5) Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. [17]:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 : 4) \cdot k_{\text{нр}},$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$Z_{\text{накл}} = 351174.4 \cdot 0,16 = 56188 \text{ руб.}$$

б) Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта  
Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в

качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции [17]. Определение бюджета затрат на НИР приведет в таблице 15.

Таблица 3.15 – Расчет бюджета затрат НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НИР	40751.4
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	231964
3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы	27835,68
4. Отчисления во внебюджетные фонды	78459
5. Накладные расходы	56188
Бюджет затрат НИР	435198

### 3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности произведено на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования определен следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 16.

Таблица 3.16. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

Критерии / Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Разработанный технологический процесс	Базовый технологический процесс
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,2	5	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	4	4
3. Безопасность	0,15	5	4
4. Энергосбережение	0,2	4	3
5. Надежность	0,25	4	3
Итого	1	4,4	3,75

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 = 4,4;$$

$$I_{p-исп2} = 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,25 = 3,75;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки (I<sub>испi</sub>) определен на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}}$$

$$I_{исп1} = 4,4 / 1 = 4,4$$

$$I_{исп2} = 3,75 / 1,16 = 3,23$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволило определить сравнительную эффективность проекта таблица 14.

Сравнительная эффективность проекта (Эср):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}$$

$$\mathcal{E}_{cp} = 4,4/3,23 = 1,36$$

Таблица 3.17. Сравнительная эффективность проекта

№ п/п	Показатели	Разработанный технологический процесс	Базовый технологический процесс
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1,16
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	3,75
3	Интегральный показатель эффективности	4,4	3,23
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,4	0,82

**Вывод:** в ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» была проделана следующая работа:

- произведен анализ конкурирующих разработок, в котором в качестве конкурентов были представлены такие предприятия, как АО "Томский электромеханический завод им. В. В. Вахрушева" и ООО «Томский инструментальный завод». Согласно проведенному анализу конкурентоспособность научной разработки оказалась выше и составила 171, по сравнению с конкурентами. Для которых, согласно расчетам она равна 135,71 и 124,41.

- определены с помощью технологии QuaD показатели оценки коммерческого потенциала (пригодность для продажи, перспективы конструирования и производства, финансовая эффективность) и качества разработки (энергоэффективность, долговечность, уровень материалоемкости разработки и др.)

- составлена матрица SWOT-анализа, отражающая сильные и слабые стороны разработки. SWOT-анализ показал, что применение данной научной разработки на предприятии позволяет автоматизировать процесс разработки металлов резанием и увеличить качество изготавливаемой продукции, что приведет к уменьшению себестоимости. Изделие, полученное по разработанной технологии, будет востребованным на внешнем рынке, что приведет к развитию новых технологий у конкурентов.

- определена трудоемкость выполнения работ и построен ленточный график проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

- произведен расчет материальных затрат НИИ, основной заработной платы исполнителей, накладные расходы и отчисления во внебюджетные фонды. Бюджет проекта составил 435198 руб.



## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-4А7Б	Фахартинову Юрию Владимировичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Отделение машиностроения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

### Тема ВКР: «Разработка технологического процесса изготовления ступицы»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>- Описание рабочей зоны (рабочего места) при эксплуатации</li> </ul>	<p><i>Объект исследования: <u>деталь «Ступица»</u></i>  <i>Область применения <u>машиностроительное предприятие.</u></i>  <i>Рабочая зона: <u>производственное помещение.</u></i>  <i>Размеры помещения <u>120х50х6 м</u></i>  <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны <u>станки универсальные 6 шт., станки с ЧПУ – 4 шт.</u></i>  <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне <u>разработка и изготовление детали «Ступица» на станке.</u></i></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя.</li> <li>- СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».</li> <li>- ТК РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022).</li> <li>- ГОСТ Р 54431-2011 «Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности»</li> </ul>
<p><b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов;</li> <li>- Обоснование мероприятий по снижению воздействия</li> </ul>	<p>Вредные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Отклонение показателей микроклимата</li> <li>- Превышение уровня шума</li> <li>- Недостаточная освещенность рабочей зоны</li> <li>- Повышенный уровень вибрации (локальная)</li> </ul> <p>Опасные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека</li> <li>- Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим.</li> </ul> <p>Требуемые средства коллективной защиты от выявленных факторов: нормализация освещения рабочих мест, защита от повышенного уровня шума за счет установки звукоизолирующих кожухов на оборудование</p> <p>Индивидуальные средства защиты: перчатки, защитные очки, наушники.</p>

3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	<p><i>Воздействие на литосферу: <u>бытовые отходы. Отходы I, IV-V класса опасности.</u></i></p> <p><i>Воздействие на гидросферу: <u>сброс промышленной воды.</u></i></p> <p><i>Воздействие на атмосферу: <u>выбросы дымовых газов.</u></i></p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	<p>Возможные ЧС: <u>разрушение зданий и сооружений производственного назначения, аварии в системах жизнеобеспечения</u></p> <p>Наиболее типичная ЧС <u>может быть пожар в здании</u></p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Антоневич Ольга Алексеевна	Кандидат биологических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Фахартинов Юрий Владимирович		

#### **4. Социальная ответственность**

Объектом выпускной квалификационной работы является проектирование процесса изготовления «Ступицы», в работе будет рассмотрено воздействие вредных факторов на человека и окружающую среду в процессе производства детали.

Ступицы колес – это одна из главных частей ходовой системы транспортного средства. Область применения данной детали очень широка: от бытовых приборов, которыми пользуется каждая домохозяйка, до космической техники (управление луноходом).

Цехи по изготовлению ступицы находятся практически во всех субъектах РФ. Поэтому география изготовления данной детали не имеет ограничений.

Актуальность работы состоит в том, что без производства ступицы, которая находится во многих механизмах, невозможна эксплуатация приводимых в движение систем.

В процессе изготовления детали возможны действия вредных и опасных факторов, если станок не оснащён необходимыми средствами безопасности. Станочник подвергается опасности травмироваться сливной стружкой, обрабатываемым изделием, режущим инструментом, поражение электрическим током. В течении вспомогательного времени происходит основное физическое напряжение рабочего, вызываемое многочисленными повторяющимися ручными операциями, особенно при работе на универсальном оборудовании.

Для изготовления детали «Ступица» необходимо оборудование: металлообрабатывающие станки. Материалом, используемым при изготовлении являются: металлические заготовки и СОЖ.

Рабочие операции: обработка металла резанием.

##### **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.**

Согласно трудового кодекса Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 09.11.2020):

Статья 21. Работник имеет право на:

Заключение, изменение и расторжение трудового договора в порядке и на условиях, которые установлены настоящим Кодексом, иными федеральными законами;

Рабочее место, соответствующее государственным нормативным требованиям охраны труда, предусмотренным коллективным договором;

Статья 91. Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

Статья 100. Режим рабочего времени должен предусматривать продолжительность рабочей недели (пятидневная с двумя выходными днями, шестидневная с одним выходным днем, рабочая неделя с предоставлением выходных дней по скользящему графику, неполная рабочая неделя).

Статья 216. Каждый работник имеет право на:

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

Обеспечение в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя средствами коллективной и индивидуальной защиты и смывающими средствами;

Обучение по охране труда за счет средств работодателя;

Дополнительное профессиональное образование или профессиональное обучение за счет средств работодателя в случае ликвидации рабочего места вследствие нарушения работодателем требований охраны труда;

При планировании рабочего места для изготовления детали «Ступица» руководствуемся ГОСТ Р 54431-2011 «Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности».

#### **4.1.1 Требования к рабочим местам и зонам технического обслуживания**

Конструкция станков и их составных частей (станин, столов, приспособлений и др.) должна предусматривать форму, удобную для их технического обслуживания.

Допускается окрашивать в красный или желтый цвет поверхности схода стружки, СОЖ и других отходов из зоны обработки.

Заполняемые вручную масленки располагают вне опасных зон, в местах, удобных для обслуживания. Места ручного заполнения смазки (в том числе с применением шприца) располагают на высоте не более 1800 мм от уровня пола для масленок и не более 1500 мм для резервуаров. При более высоком их расположении следует предусматривать прикрепляемые к станкам переносные ступени и лестницы. Места заполнения смазки окрашивают в цвет, резко отличающийся от цвета окраски станков. Смазку станков проводят в выключенном состоянии.

Верхние кромки бункеров автоматов при ручной загрузке в них заготовок должны находиться не более 1300 мм от уровня пола. При более высоком расположении кромок бункера предусматривают подножки соответствующей высоты.

Площадки со сторон, представляющих опасность травмирования, следует ограждать перилами высотой не менее 1000 мм, с обшивкой по низу высотой не менее 50 мм, оборудованными при необходимости на входе откидными перекладинами, надежно закрепляемыми в рабочем положении, или открывающимися вовнутрь входными дверками. На высоте 500-550 мм от настила перила должны иметь дополнительную ограждающую полосу (трубу, планку и т.д.).

Станки и их составные части (станины, столы, приспособления) должны иметь форму и быть оборудованы устройствами, удобными для удаления отходов (стружки, СОЖ и др.) из зоны обработки, мест наладки, емкостей рабочей жидкости, связанных с эксплуатацией станков.

Если для удаления отходов необходим частичный демонтаж ограждений и других частей станков, то эту работу выполняют в порядке, установленном в РЭ станка [2].

## **4.2 Производственная безопасность**

В таблице 1 приведены опасные и вредные факторы, возникновение которых возможно в рамках данного дипломного проекта.

Таблица 1 - Возможные опасные и вредные производственные

## факторы на рабочем месте у станка

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Отклонение показателей микроклимата	СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи». ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
Повышенный уровень вибрации	
Недостаточная освещенность рабочей зоны	
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	
Превышение уровня шума	
Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим	

### 4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов.

#### 4.3.1 Отклонение показателей микроклимата

Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности [2].

Согласно нормативному документу СанПиН 1.2.3685-21. устанавливается комплекс оптимальных и допустимых метеорологических условий для помещения рабочей зоны, включающий значение температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха.

Период Года	Категория работ	Температура, °С	Относительная Влажность, %	Скорость движения, м/с
----------------	--------------------	-----------------	-------------------------------	---------------------------

		Оптим.	Допустим.	Оптим.	Допустим.	Оптим.	Допустим.
Холодный	Средней тяжести, Пб	18-20	17-23	40-60	Не более 75	Не более 0,2	Не более 0,3
Теплый		21-23	18-27	40-60	Не более 55 при 28 °С 60 при 27 °С 65 при 26 °С 70 при 25 °С 75 при 24 °С	Не более 0,3	0,2-0,4

Для создания благоприятных условий проводятся такие мероприятия, как естественная вентиляция помещения, кондиционирование воздуха в теплый период и отопление в холодный период.

#### 4.3.2 Повышенный уровень вибрации

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение тех или иных поверхностей, простейшим примером которых является синусоидальное колебание.

К источникам вибрации в помещении цеха относятся токарные и фрезерные станки.

Воздействие вибрации на человека вызывает нарушения физиологического и функционального состояния организма человека. Как следствие, это приводит к понижению производительности и возникновению вибрационной болезни.

Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 «Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования» токарный и фрезерный станок производит общую вибрацию 3 категории типа В. К данной категории относятся технологические вибрации, воздействующие на человека на рабочих местах стационарных машин или передающиеся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

В таблице 3 представлены допустимые значения вибраций для рабочих мест 3 категории.

Таблица 3 – Предельно допустимые вибрации

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X, Y, Z			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с <sup>2</sup>	дБ	10 <sup>-2</sup> , м/с <sup>2</sup>	дБ

	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт
1,6	0,0130		82		0,130		88	
2,0	0,0110	0,02	81	86	0,089	0,180	85	91
2,5	0,0100		80		0,063		82	
4,0	0,0079	0,014	78	83	0,032	0,063	76	82
5,0	0,0079		78		0,025		74	
8,0	0,0079	0,014	78	83	0,016	0,032	70	76
10,0	0,0100		80		0,016		70	
16,0	0,0160	0,028	84	89	0,016	0,028	70	75
20,0	0,0200		86		0,016		70	
40,0	0,0400		92		0,016		70	
63,0	0,0790	0,110	96	101	0,016	0,028	70	75
80,0	0,0630		98		0,016		70	

К организационным мероприятиям относится ограничение времени воздействия вибрации на человека из-за особенностей установки, используемые нагнетающие устройства работают только в период проведения эксперимента, вибрация в данном случае является не постоянной и прерывистой.

К техническим мерам защиты относятся: снижение вибрации в источнике возникновения точной балансировкой вращающихся частей и изменением резонансной частоты системы при плановых ремонтах оборудования, виброизоляция – применение резиновых виброизоляторов при монтаже оборудования.

К средствам индивидуальной защиты от вибрации относятся: 1. Защитные перчатки 2. Рукавицы 3. Обувь с амортизирующей подошвой [7].

#### **4.3.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Расчет освещенности рабочего места проводится посредством выбора системы освещения и определения достаточного количества светильников, а также их размещения. В СП 2.4.3648-20 [12] изложены основные требования и значения нормируемой освещённости рабочих поверхностей.

Нормы освещённости на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Нормы освещённости на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении



Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещенность, лк.		
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения
						всего	В том числе от общего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
кой точно	0,30	III	б	средний	средний	1000	200	300

Наиболее часто в искусственном освещении применяется два вида электрических источников света: лампы накаливания и люминесцентные лампы.

Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков.

#### **4.3.4 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека**

Источниками электрического тока являются токарные и фрезерные станки с ЧПУ. Опасность поражения электрическим током существует всегда, если имеется контакт с устройством, питаемым напряжением 36 В и выше, тем более от электрической сети 220 В. Проходя через организм человека, электрический ток производит термическое, электролитическое и биологическое воздействие. Термическое воздействие тока проявляется в ожогах тела, нагреве и повреждении кровеносных сосудов, нервов, мозга и других органов и систем, что вызывает их серьезные функциональные расстройства. Электролитическое воздействие тока проявляется в разложении крови и других жидкостей в организме, вызывая тем самым значительные нарушения физико-химических составов, а также ткани в целом. Биологическое воздействие тока выражается главным образом в нарушении биоэлектрических процессов, свойственных живой материи, с которыми связана ее жизнеспособность [3].

Для предотвращения поражений электрическим током нужно применять предохранительные устройства: от перегрузки станка, от перехода движущихся узлов за установленные пределы, от внезапного падения или повышения напряжения электрического тока.

#### **4.3.5 Повышенный уровень шума**

При обработке детали на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на станочника оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением инструмента об обрабатываемые материалы, а также шум, возникающий при работе станков. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника. Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования, а это приводит к тяжелым различным травмам. Предельно допустимый уровень шума в цехе должен быть не более 80дБА, что соответствует ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».

Допустимые уровни шума на рабочих местах относятся к широкополосному шуму [8].

Для снижения значений до допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ:

1. Средства коллективной защиты (шторы, маты, шумоизоляционные боксы для оборудования и звукоизолирующие кабины для персонала).
2. Средства индивидуальной защиты (наушники, беруши, антифоны) [5].

#### **4.3.6 Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим**

Источником возникновения рассматриваемого фактора будут являться заусенцы и острые кромки, которые формируются при обработке поверхностей, режущий инструмент. При воздействии данного фактора возникают порезы и ссадины, которые отрицательно влияют на кожный покров, чаще всего руки человека. Чтобы снизить воздействие устанавливают

защитные ограждения на станки, обустривают рабочие места и обучают рабочий персонал. Также необходимо использовать СИЗ (обувь, перчатки, спецодежда, очки) согласно ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности [11].

#### **4.4 Экологическая безопасность**

Защита атмосферы. При механической обработке материалов в процессе изготовления детали «Ступица» образуется пыль, стружка, а также туман (испарения СОЖ), которые выводятся наружу при помощи системы вентиляции, что отрицательно воздействует на атмосферу.

1. Чтобы предотвратить попадание механических примесей в вентиляционные выбросы, необходимо оборудовать вентиляцию специальными фильтрами (из волокна) и аппаратами пылеулавливания (мокрого и сухого).

2. Для очистки газовой составляющей вентиляционных выбросов, нужно использовать специальные конденсаторы, которые будут охлаждать воздушные смеси (ниже точки росы).

3. Защита от мелкой пыли, стружки и выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами (отсосами). Воздух, проходит через фильтры, очищается, а пыль и грязь поступают в отходы и утилизируются.

Защита литосферы. Основными источниками загрязнения являются промышленные отходы: индустриальные масла, металлическая стружка, отработанная СОЖ, бумага, строительные отходы, остатки сырья [12].

После сбора отходы подвергаются переработке, утилизации и захоронению.

Захоронение отходов — это изоляция отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах, с целью предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду.

Переработка отходов – важнейший этап в обеспечении безопасности жизнедеятельности, способствующий защите окружающей среды от загрязнения и сохраняющий природные ресурсы. Отходы, не подлежащие переработке и дальнейшему использованию, подвергаются захоронению на полигонах.

Защита гидросферы. Механическое загрязнение характеризуется попаданием в воду различных механических примесей (песок, ил и др.). Для сведения к минимуму загрязнения сточных вод при проектировании технологического процесса изготовления детали «Ступица».

Все стоки оборудуют специальными фильтрами (задерживающими масла, кислоты и грязь). Очистка вод производится в отстойниках, шлакоотделителях [15].

#### **4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

К возможным ситуациям техногенного характера можно отнести возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием.

Противопожарная защита имеет своей целью изыскание наиболее эффективных, экономически целесообразных и технически обоснованных способов и средств предупреждения пожаров и их ликвидации с минимальным ущербом при наиболее рациональном использовании сил и технических средств тушения. Согласно НПБ 105-03 [10] помещение лаборатории по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории В. Это связано с наличием горючих жидкостей и твердых материалов. Для предотвращения возникновения пожара используются следующие меры:

Строительно-планировочные меры определяются огнестойкостью зданий и сооружений (выбор материалов конструкций: сгораемые, негораемые, трудно сгораемые) и предел огнестойкости — это количество времени, в течение которого под воздействием огня не нарушается несущая способность строительных конструкций вплоть до появления первой трещины.

Технические меры — это соблюдение противопожарных норм при эвакуации систем вентиляции, отопления, освещения, электрического обеспечения, а также использование разнообразных защитных систем, соблюдение параметров технологических процессов и режимов работы оборудования.

Организационные меры — обучение персонала по пожарной безопасности, соблюдению мер по пожарной безопасности.

Использование средств пожаротушения. Выбор типа и необходимого количества огнетушителей в защищаемом помещении следует производить в зависимости от их огнетушащей способности, предельной площади, а также класса пожара горючих веществ и материалов. Исходя из этого, и, ориентируясь на НПБ-105-03, было решено использовать углекислотные огнетушители марки ОУ-5 в количестве двух штук.

### **Вывод по разделу**

Работа оператора металлообрабатывающего станка регламентируется законодательством РФ, основным документом является Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 25 февраля 2022 года) (редакция, действующая с 1 марта 2022 года). По степени тяжести работа станочника относится к уровню II б - работы средней тяжести с энергозатратами 201 - 250 кКал/ч (233 - 290 Вт). Помещение по изготовлению детали «ступица» соответствует требованиям электробезопасности в соответствии с ПУЭ. Помещение относится к категории с повышенной опасностью поражения электрическим током. Персонал имеет II группу по электробезопасности.

Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте станочника выявил вредные и опасные факторы:

– Вредные факторы: отсутствие или недостаточность естественного или искусственного освещения, повышенный уровень шума, производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего (несоответствие нормам температуры воздуха, скорости движения воздуха).

– Опасные факторы: производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий; повышенная влажность, скорость движения воздуха; действие силы тяжести, которое может привести к падению с высоты.

Проанализировав наличие вредных и опасных факторов на рабочем месте станочника, можно сделать вывод, что они соответствуют нормативным значениям.

Согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности». Помещение, в котором проводится работа станочника, относится к категории Г умеренная пожароопасность - негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

Производство, на котором будет изготавливаться деталь «ступица» по степени негативного воздействия на окружающую среду относится к III и IV категории – с незначительным и минимальным воздействием.

**Список используемых источников раздела «Социальная ответственность»**

1. ТК РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022)
2. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя
3. СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»
4. ГОСТ Р 54431-2011 «Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности»
5. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"
6. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
7. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.
8. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности
9. ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения.
10. ГОСТ Р 22.0.01-2016. Безопасность в ЧС. Основные положения.
11. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды".
12. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
13. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1976

14. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

15. СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».



## Заключение

В результате выполнения данного курсового проекта была достигнута поставленная цель, т. е. разработан технологический процесс изготовления детали «Ступица» в заданном типе производства и соответственно были решены задачи:

1. Разработан чертеж заготовки и детали «Ступица» в САД-редакторе КОМПАС в соответствии с требованиями ГОСТа, на чертеже приведены все необходимые размеры, отклонения и качества для изготовления детали, а также учтены все свойства поверхностей, необходимые в работе данной детали в сопряжении с другими деталями для обеспечения нормативного срока службы.

2. Разработан маршрутный технологический процесс изготовления детали «Ступица» путем выбора технологических операций, целесообразных для изготовления данной детали в серийном производстве, а также стадий операций. Были подобраны все станки для каждой технологической операции для более производительной и автоматизированной работы по изготовлению детали «Ступица».

3. Разработаны маршрутные и операционные карты с указанием выбранного оборудования, режущего инструмента, приспособления и переходов обработки.

Вторая часть курсовой работы была посвящена разработке специального станочного приспособления, обеспечивающего возможность механизации технологического процесса изготовления заданной детали, а также составлению технологии его сборки.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Справочник технолога-машиностроителя. Том 1./ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1972. - 694 с.
2. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения– Минск, Высшейш. школа, 2008 – 232 с.
3. Худобин Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения, 2009.- 288 с.
4. Технология машиностроения: Учебник для техникумов: В 2т. Т.1. Основы технологии машиностроения/ В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др.; Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. - 564 с.
5. Проектирование технологических процессов механической обработки деталей: Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине «Технология машиностроения»/ В.Н. Самохвалов. - Самара: СамИИТ, 2000. - 29 с.
6. Технологичность конструкции изделия: Справочник/ Ю. Д. Амиров, Т. К. Алферова, П. Н. Волков и др.; Под общ. ред. Ю. Д. Амирова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990. - 768 с.
7. В.П. Фираго Основы проектирования технологических процессов и приспособлений. – М.: Машиностроение, 2009. - 468 с.
8. Режимы резания металлов: Справочник. Изд. 3-е переработ. и доп.- М.: Машиностроение, 2010.
9. Ковшов А.Н. Технология машиностроения: Учеб. для студ. машиностроительных специальн. вузов.- М.: Машиностроение, 1987. - 320 с.
10. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т. 1. - М.: Машиностроение, 1978. - 728 с.
11. Справочник технолога-машиностроителя. Том 2./Под ред. А.Н. Малова. - М.: Машиностроение, 1972. - 568 с.
12. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974. - 328 с.
13. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч.1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные,

сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки. - М.: Машиностроение, 1967. - 279 с.

14. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд., - М.: Машиностроение, 2009. - 303 с.

15. Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки / Г.Л. Амитан, И.А. Байсупов, Ю.М. Барон и др.; Под общ. ред. В.А. Волосатова. – Л.: Машиностроение, 1988. - 719с.

16. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов/ Под общей ред. Е.Я. Юдина, С.В. Белова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. –432 с.

17. Колл. авторов под ред. Н.К. Шишкина. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебник/ ГУУ. – М., 2000. – 315 с.

18. Охрана окружающей среды/ Под ред. С.В. Белова. – М.: Высш. шк., 1991. – 319 с.

19. Станочные приспособления: Справочник. Т. 1 / Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. - М.: Машиностроение, 1984. - 592 с.

20. Станочные приспособления: Справочник. Т. 2 / Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского. - М.: Машиностроение, 1984. - 656 с.

21. Худобин Л.В., Гурьянихин В.Ф., Берзин В.Р. Расчет и проектирование специальных средств технологического оснащения в курсовых и дипломных проектах: Учеб. пособие. - Ульяновск: УлГТУ, 1997. - 64 с.

22. Туровец О.Г. Организация производства управление предприятием. - М.: ИНФРА-М, 2005.-544 с.

23. Ефимов В.В., Князев В.М. Спираль качества. - Ульяновск: Изд-во УлГТУ, 2002. - 232 с.

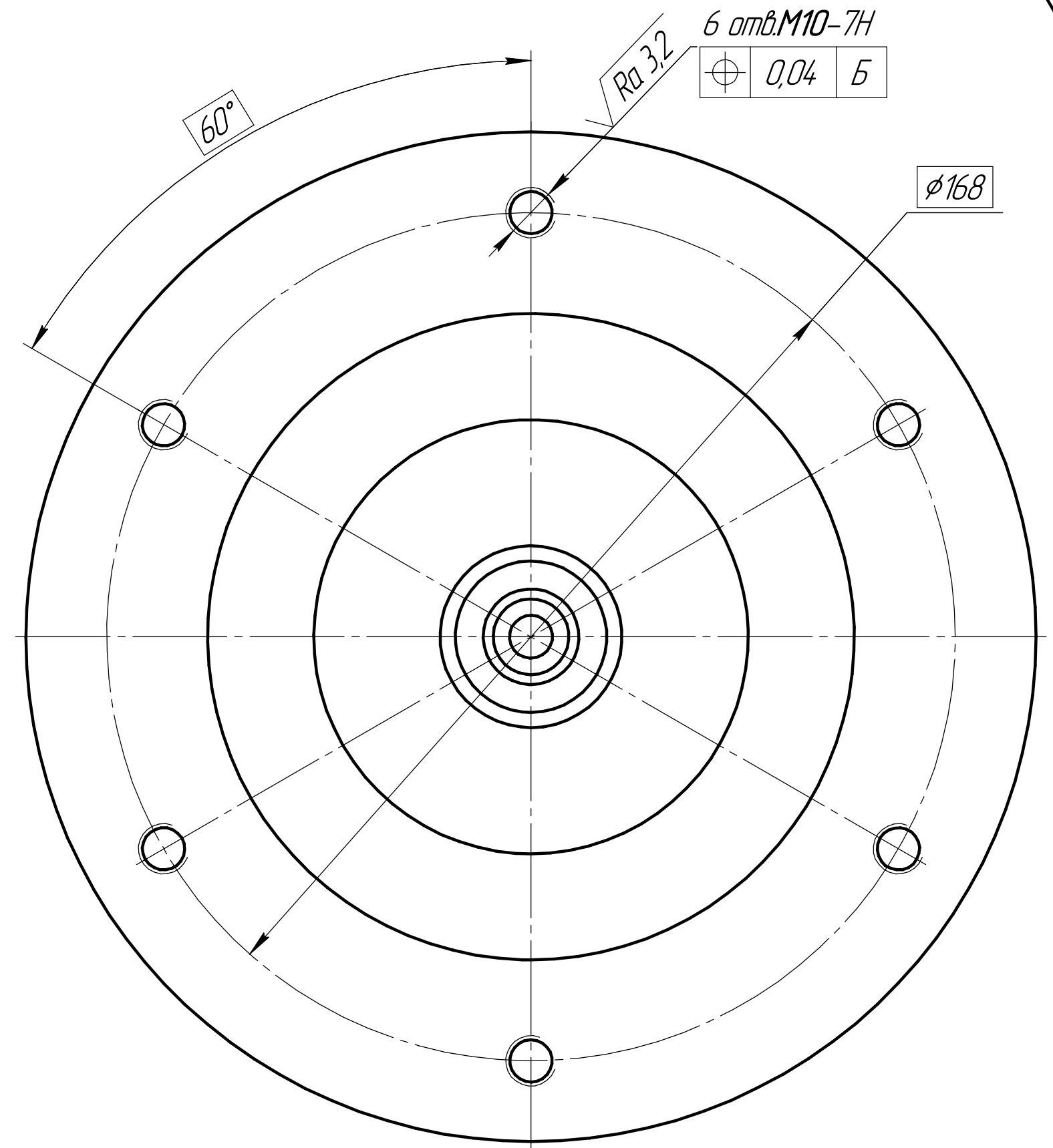
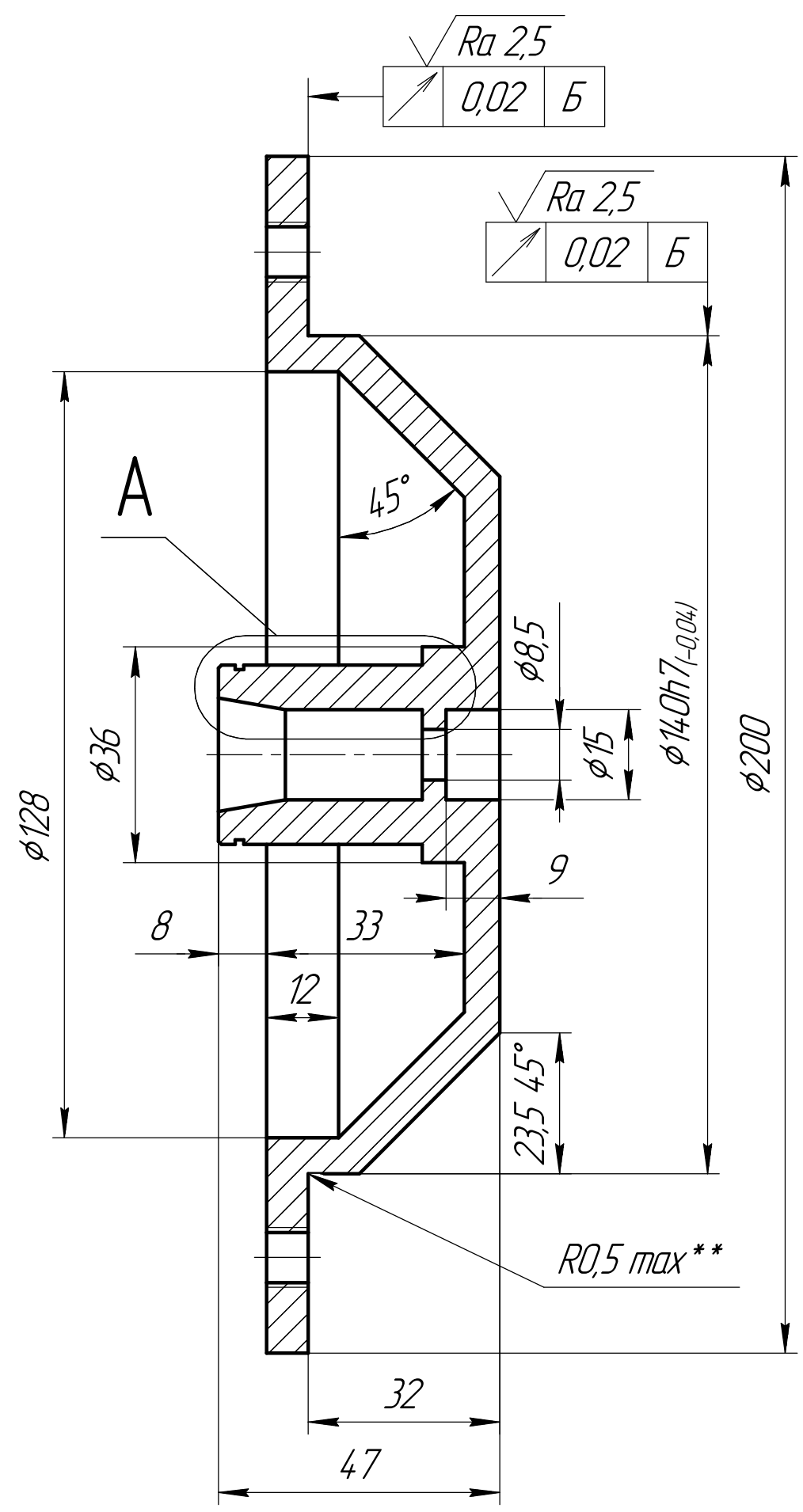
24. А.А. Маталин Технология машиностроения – СПб.: Издательство «Лань», 2009 -512 с.

Приложение А

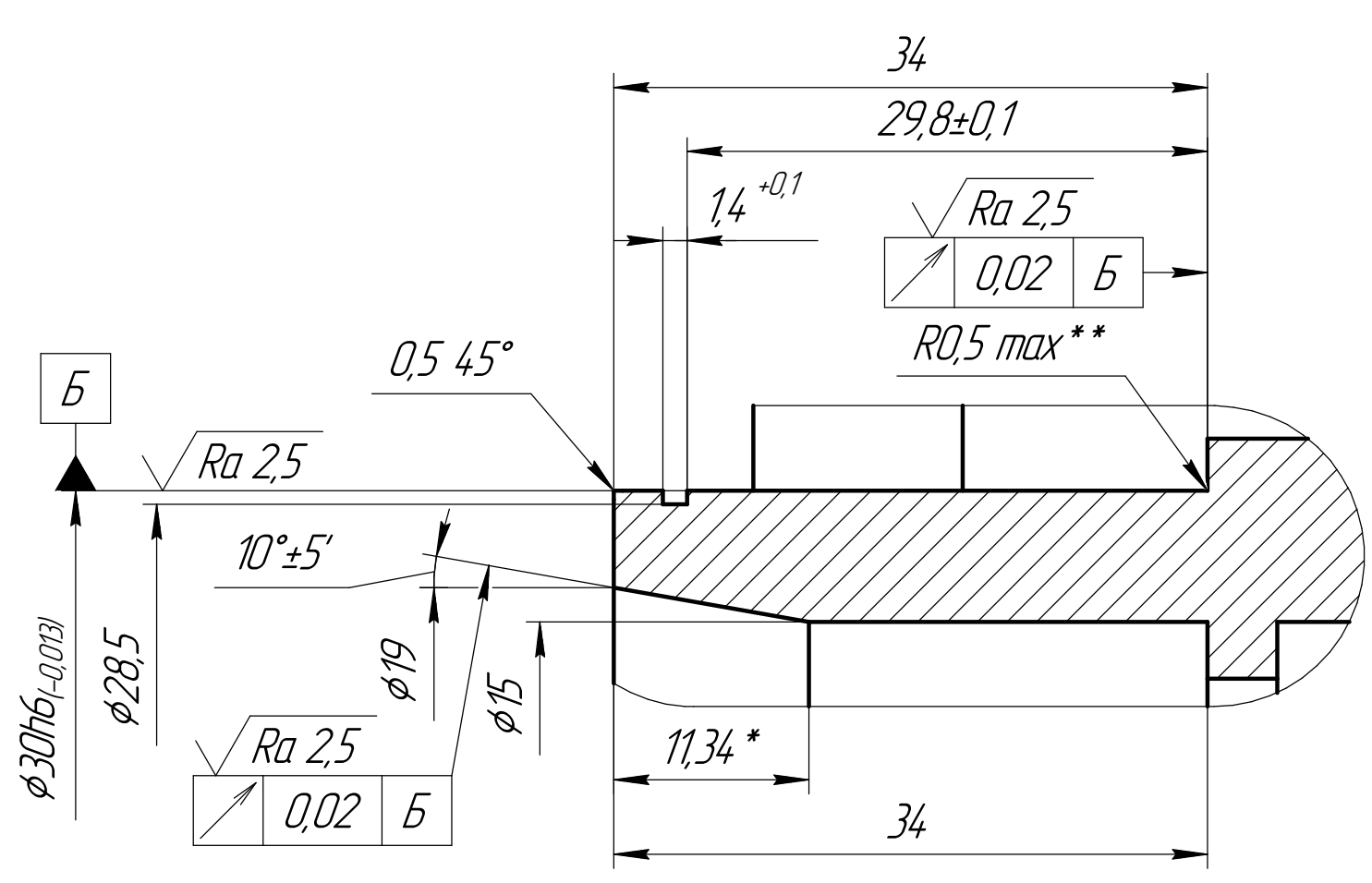
Таблица А1 – Календарный план-график проведения НИОКР

№	Вид работ	Исполнитель	T <sub>кi</sub> кал. дней	Продолжительность выполнения работ																	
				Январь		Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	3		☒																
2	Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель	20			■															
3	Выбор направления исследований	Руководитель	3					☒													
4	Календарное планирование работ по теме	Исполнитель	4							■											
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Исполнитель	46								■										
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Исполнитель	35																		
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Исполнитель	2															■			
8	Контроль результатов исследования	Исполнитель	4																■		
9	Технико-экономические расчеты	Исполнитель	8																■		
10	Вопросы экологичности и безопасности проекта	Исполнитель	5																■		
11	Оценка эффективности полученных результатов	Исполнитель, Руководитель	2																☒		

Исполнитель – ■      Руководитель - ☒



A(2,5:1)

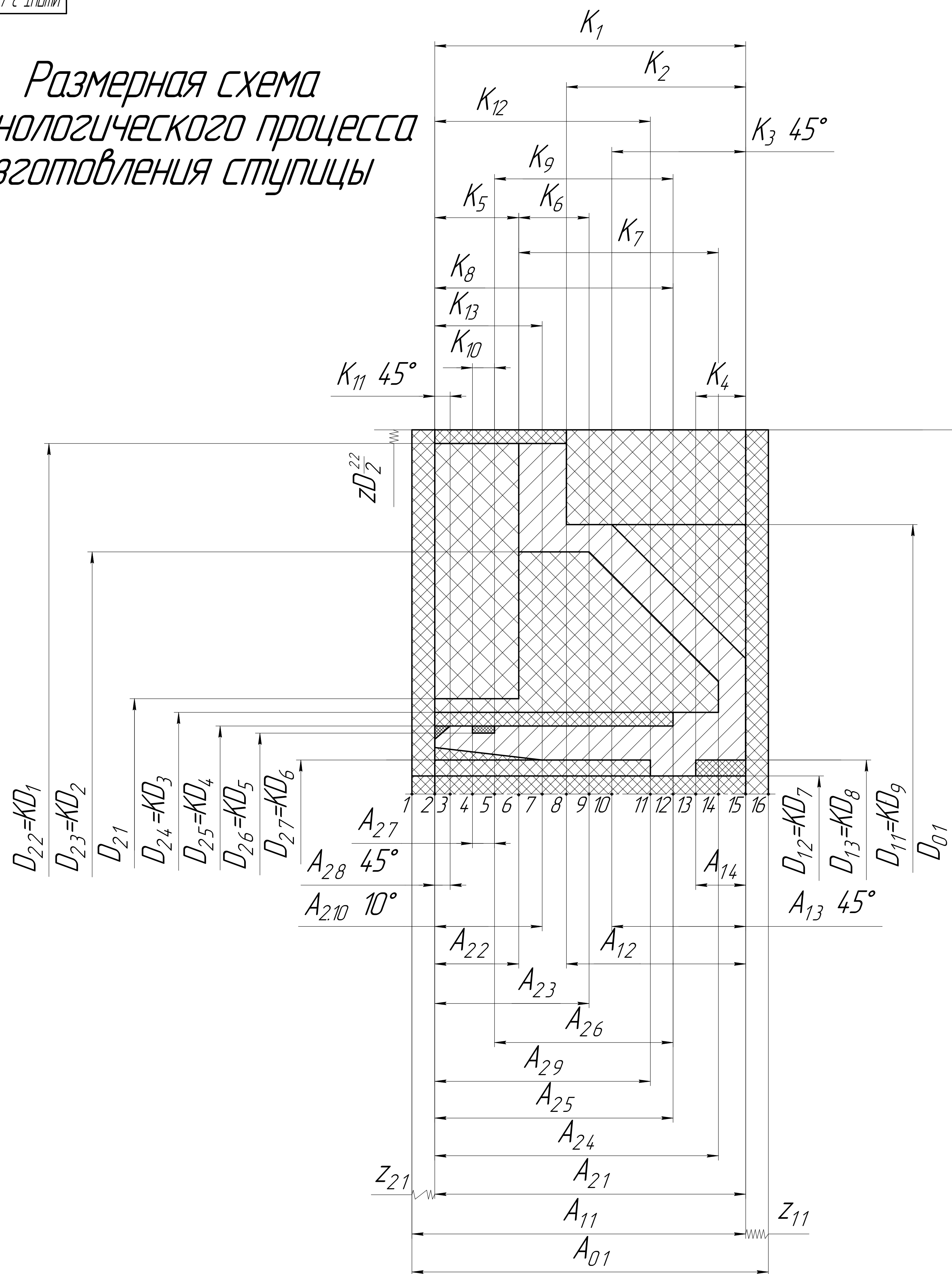


- 1 \* Размеры для справок.
- 2 \*\* Размеры обеспеч. инстр.
- 3 Острые кромки притупить радиусом 0,3±0,1 мм.
- 4 Общие допуски ГОСТ 30893.2-тК.

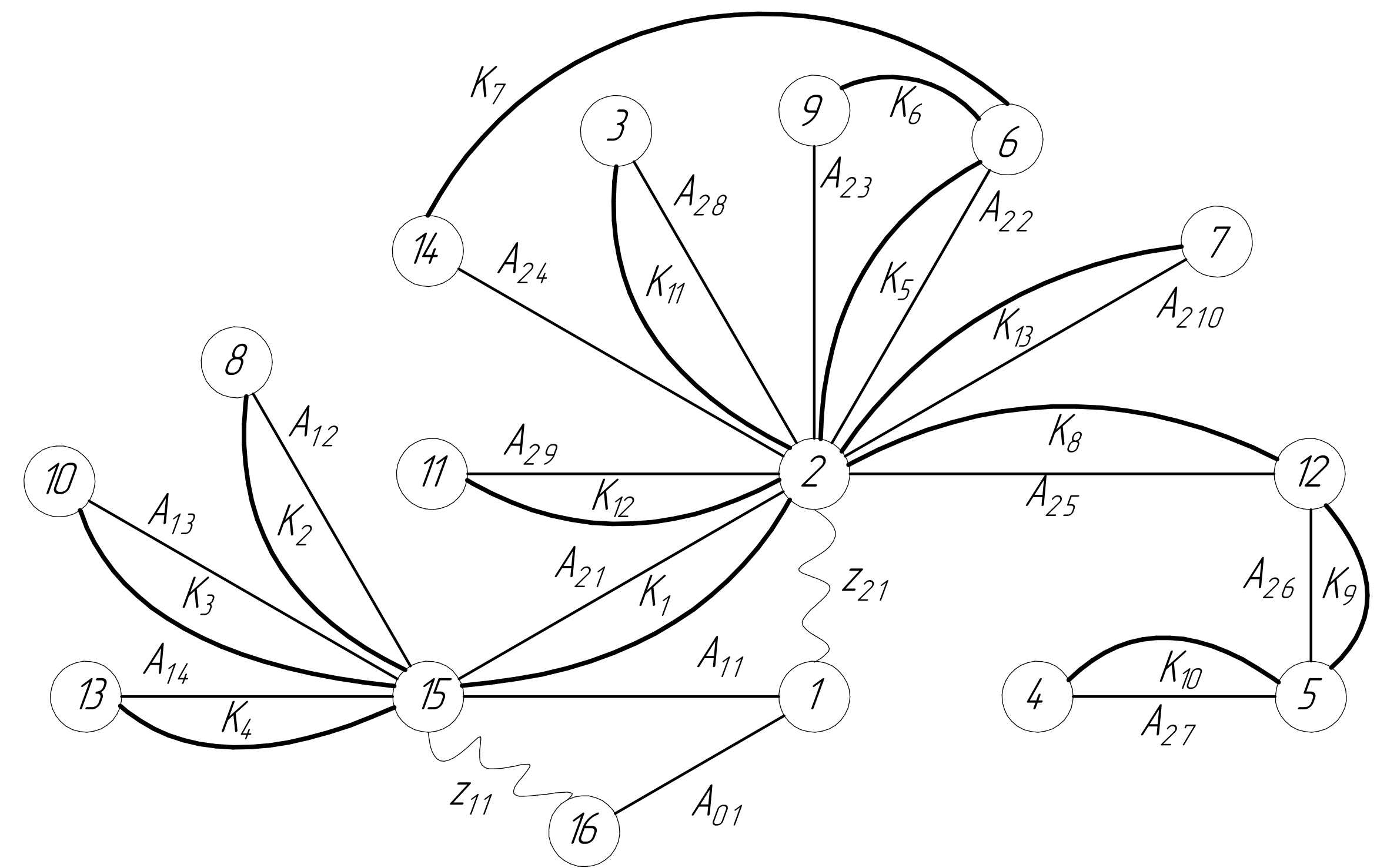
Исполн.	Провер.	Спроб.	Перв. примен.
Исполн.	Провер.	Спроб.	Перв. примен.
Исполн.	Провер.	Спроб.	Перв. примен.
Исполн.	Провер.	Спроб.	Перв. примен.
Исполн.	Провер.	Спроб.	Перв. примен.
Исполн.	Провер.	Спроб.	Перв. примен.
Исполн.	Провер.	Спроб.	Перв. примен.
Исполн.	Провер.	Спроб.	Перв. примен.
Исполн.	Провер.	Спроб.	Перв. примен.
Исполн.	Провер.	Спроб.	Перв. примен.

ИШПНТ-34А75/25.000.001				Лист	Масса	Масштаб
Ступица					0,78 кг	1:1
Д16 ГОСТ 4784-2019				Лист	Листов	1
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Фадеева Ю.В.					
Проб.	Лысак И.А.					
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						

# Размерная схема технологического процесса изготовления ступицы

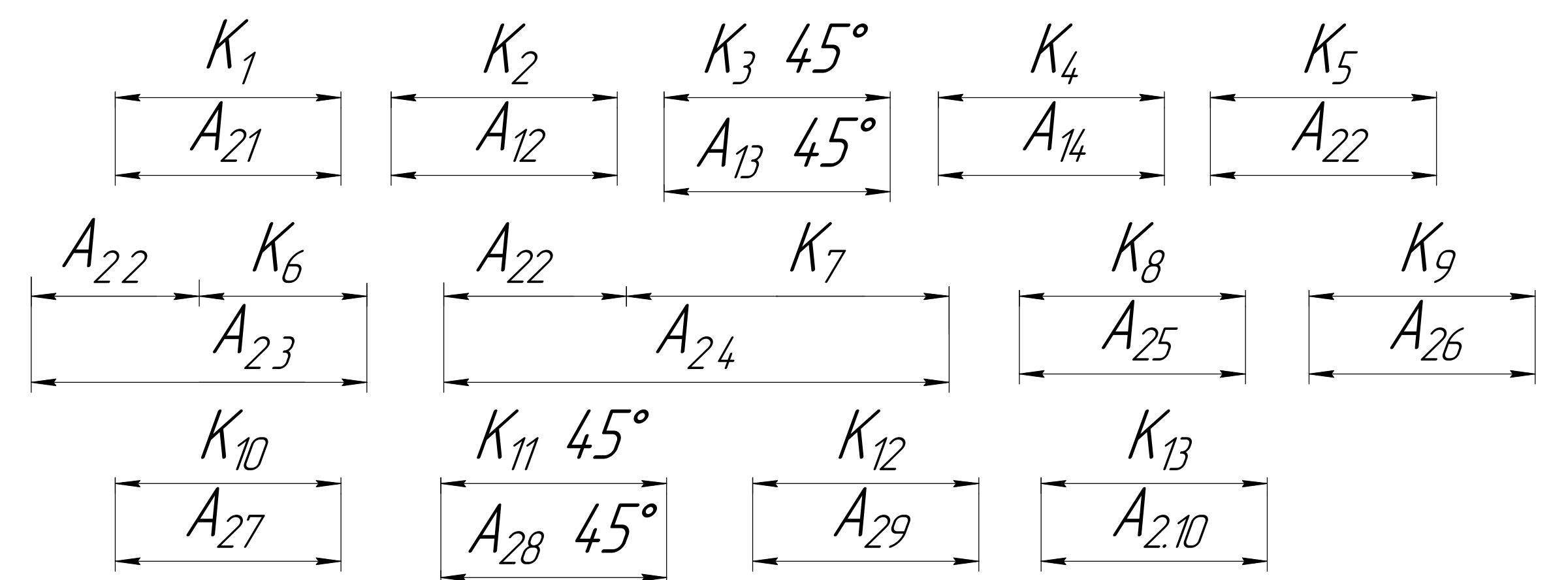


## Граф технологических размерных цепей

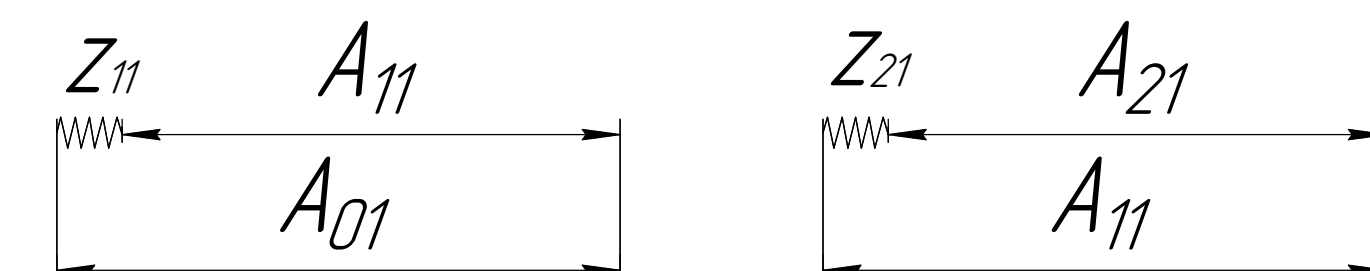


### Размерные цепи

Технологические размерные цепи, в которых замыкающими звеньями являются конструкторские размеры



Технологические размерные цепи, в которых замыкающими звеньями являются припуски



ИШПНТ-3-4А75/25.000.002			
Изм.	Лист	докум.	Подп.
Разраб.	Федорин ИВ		
Проб.	Лысок ИА		
Т.контр.			
Н.контр.			
Удп.			
Размерный анализ			Лист 1
			Листов 1
			ТТУ Омш ИШПНТ
			Группа 3-4А75
			Формат А1

# СМ. Чертеж 1

Томский политехнический университет

Кафедра ТАМП

Карта технологического процесса

Лист

Материал

Наименование, марка

Д16 ГОСТ 4784-2019

Код ед. величины

Масса детали, кг

Заготовка

Код и вид

Профиль Размеры

Кол.

Масса, кг

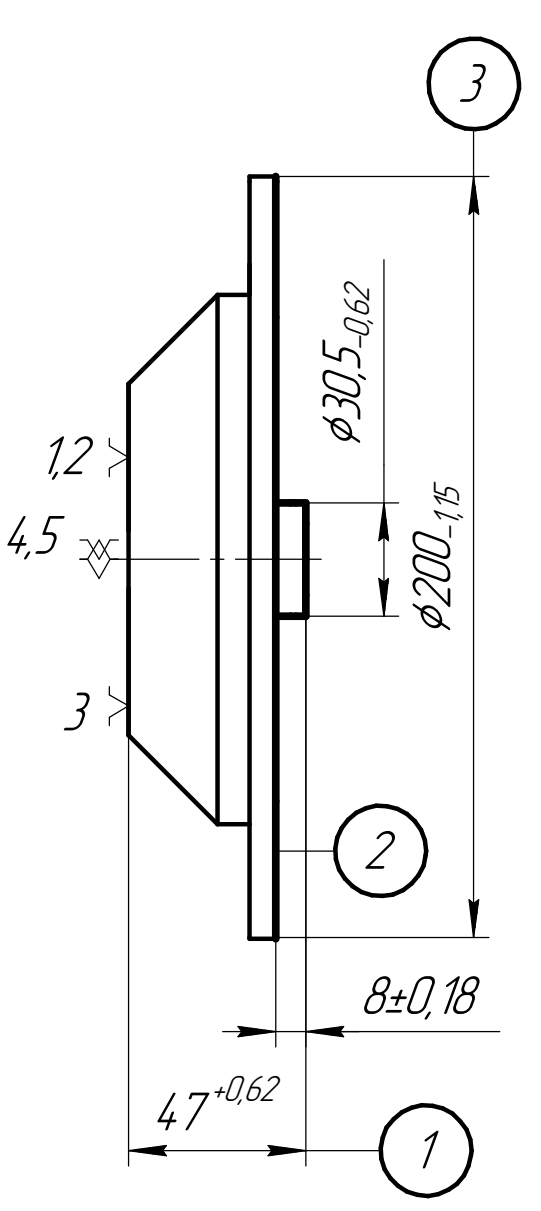
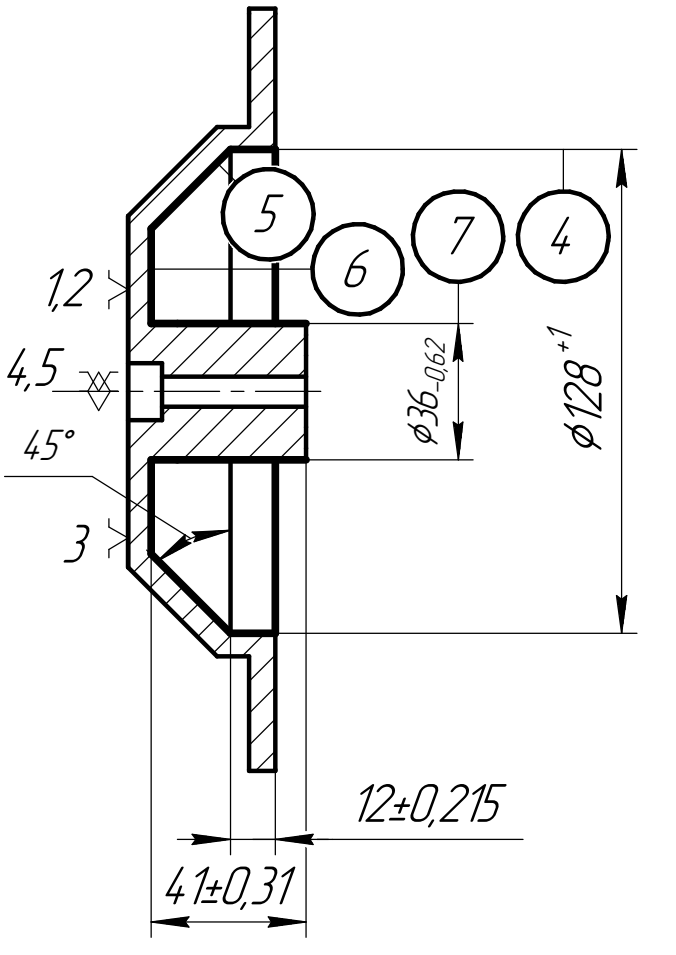
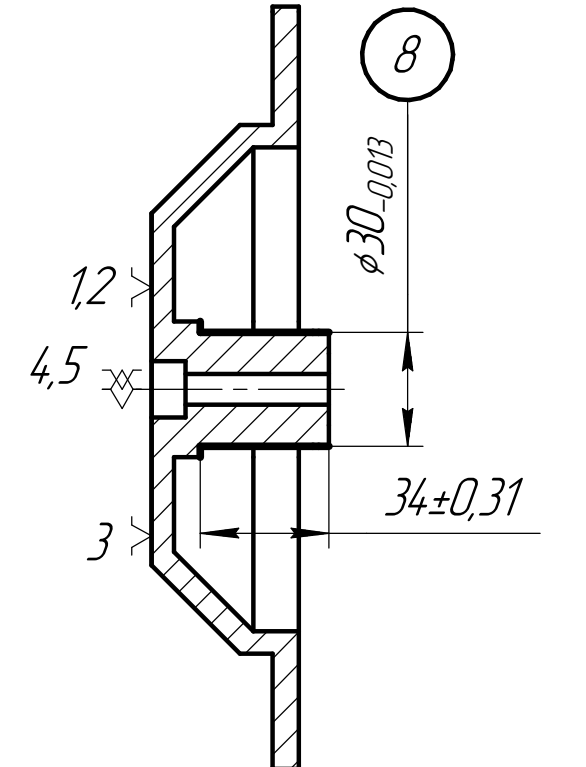
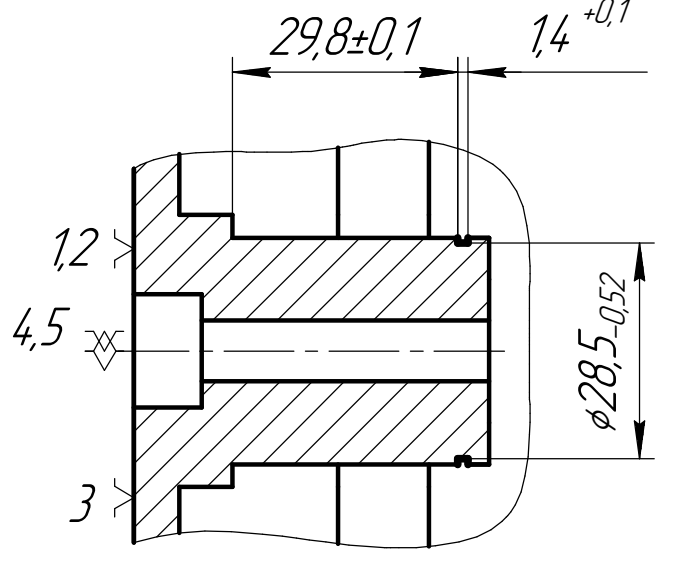
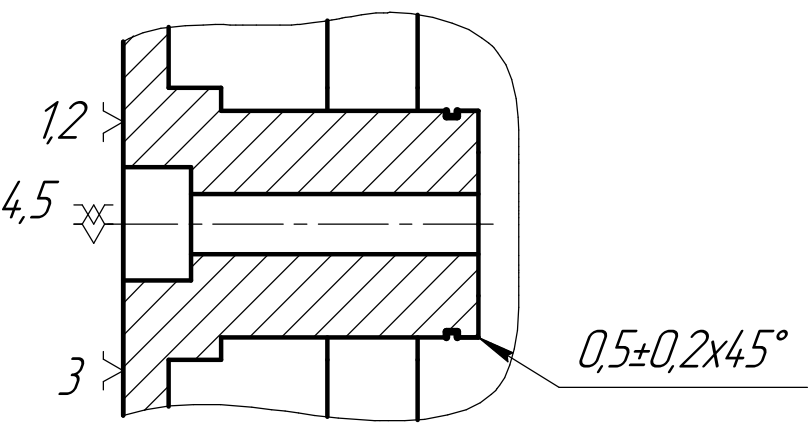
Прокат

5000

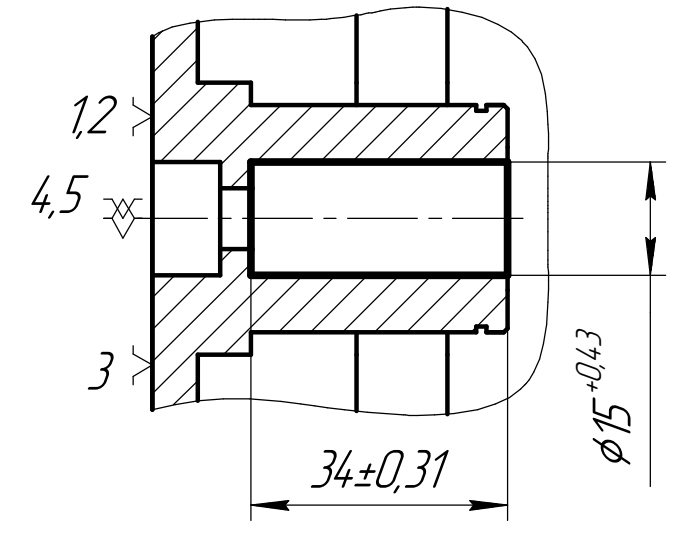
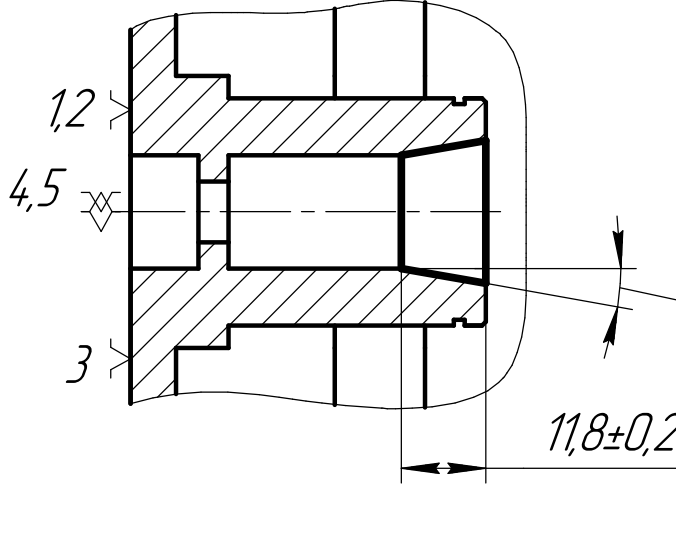
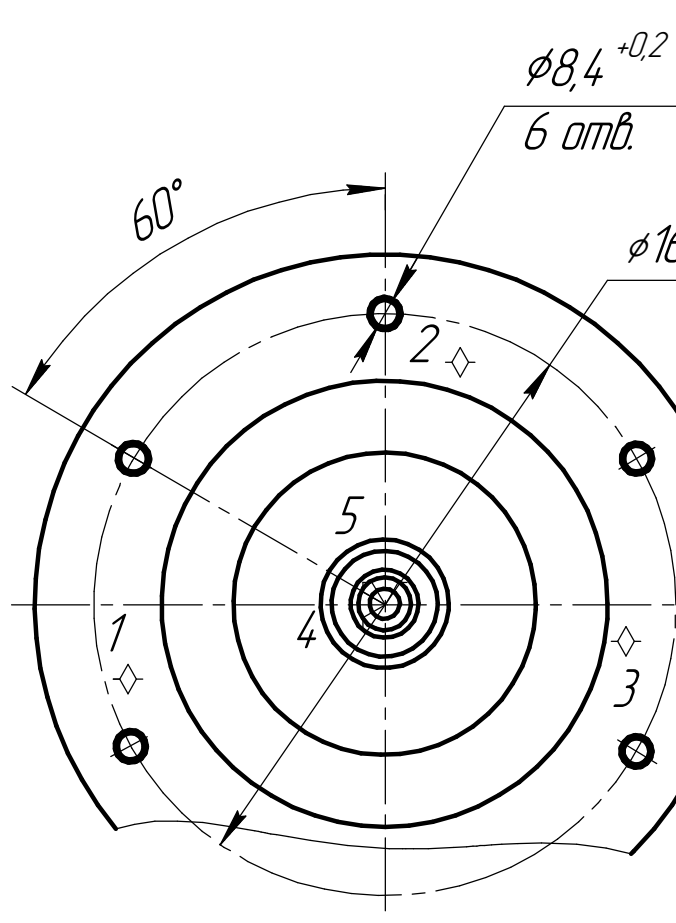
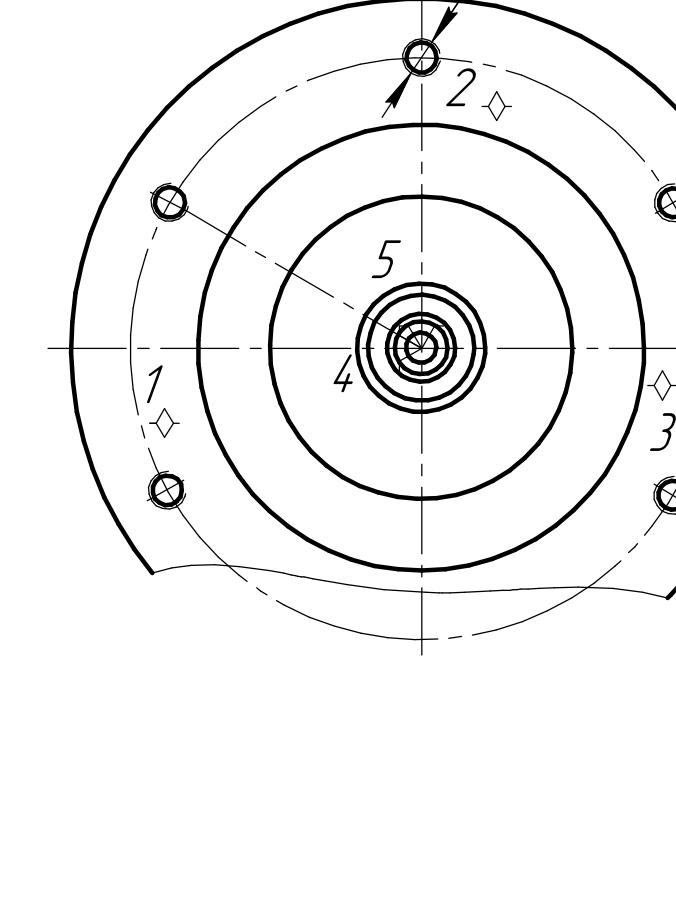
4,57

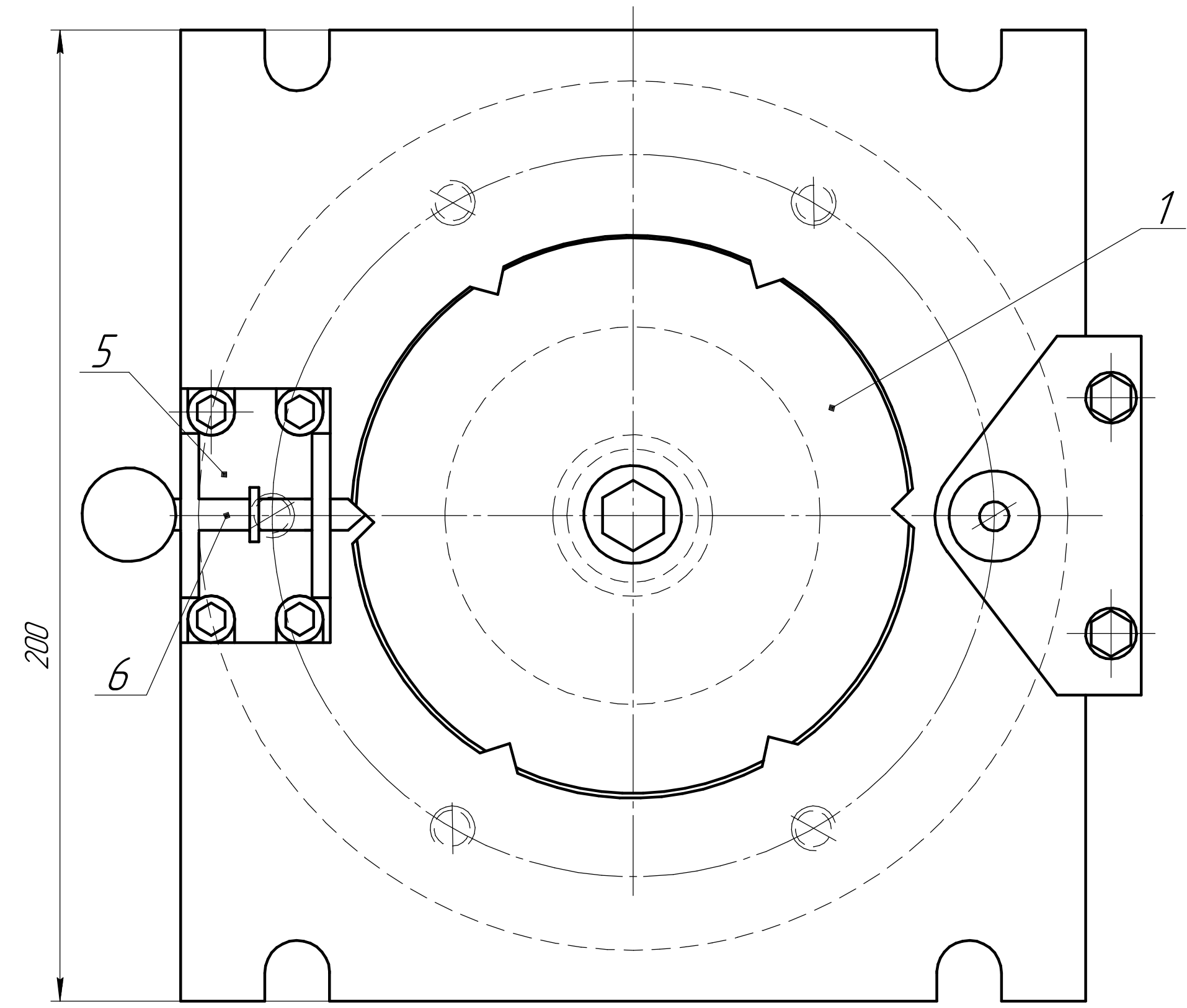
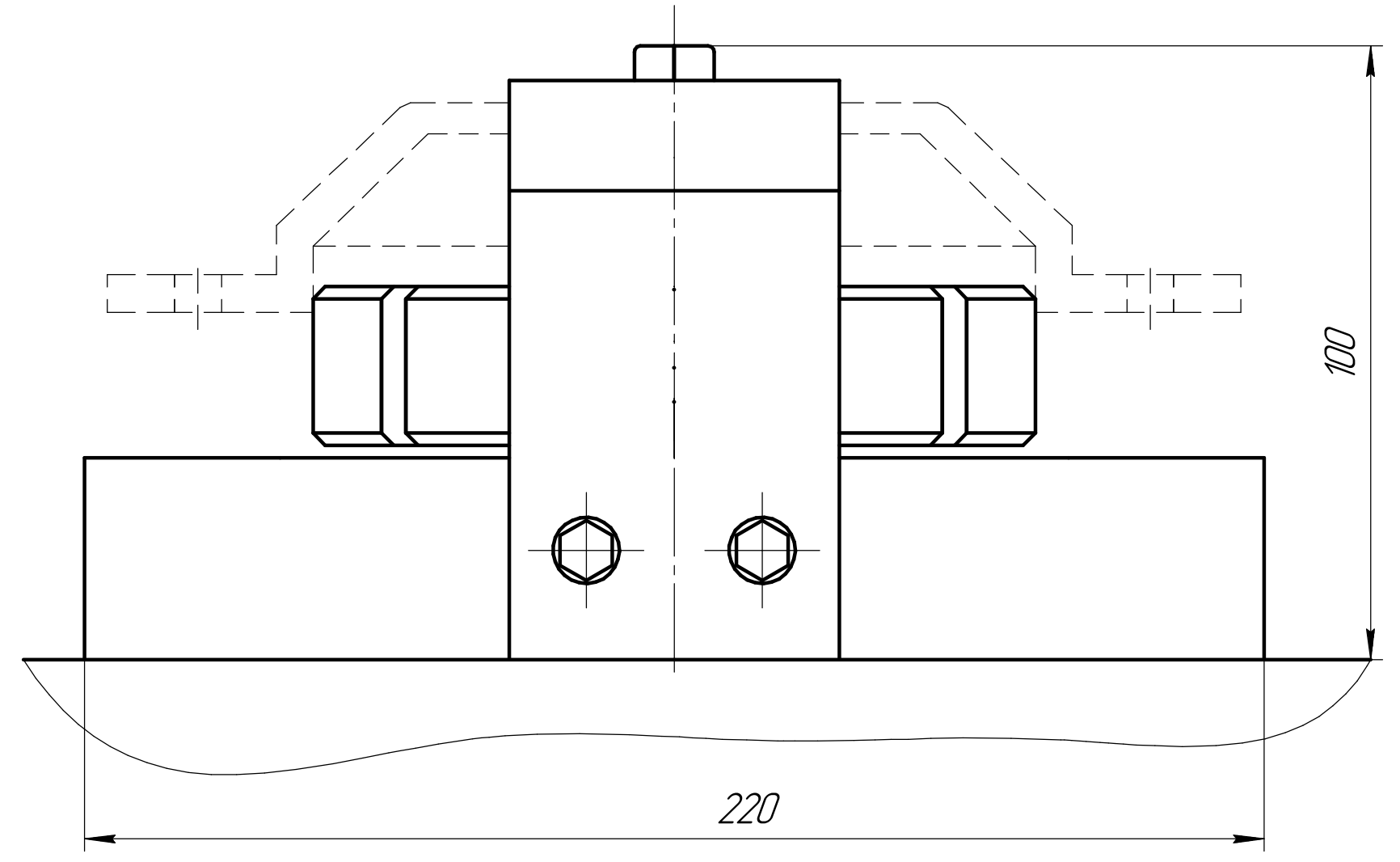
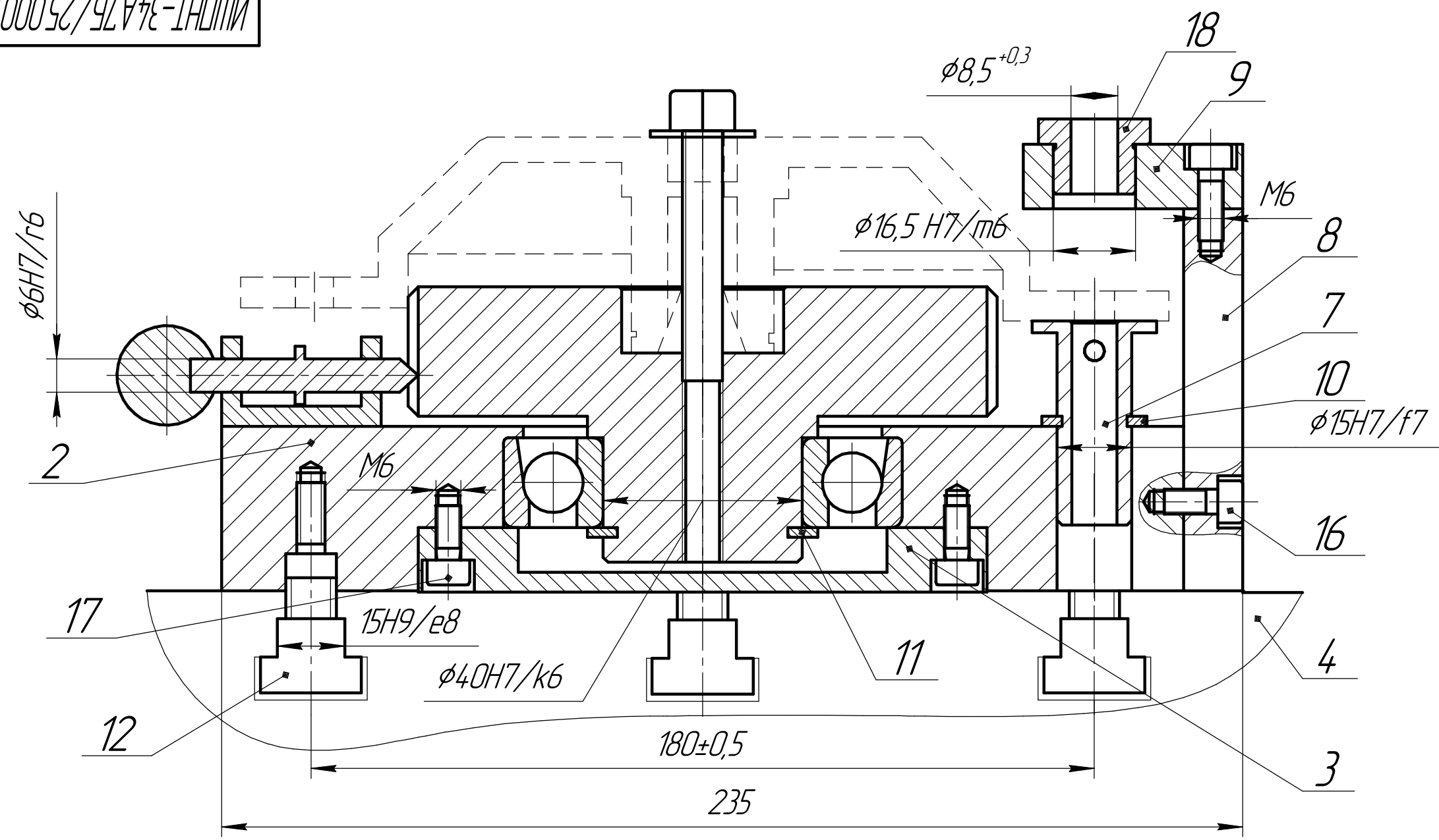
Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие отдельных обраб. деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени					Разряд работы							
						режущий	измерительный						mm/об	mm/мин	Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	T <sub>о</sub>	T <sub>вс</sub>	T <sub>пз</sub>		T <sub>шт</sub>	T <sub>штк</sub>					
0	1	Заготовительная Отрезать заготовку, выдержав размер 49,5 <sup>+0,1</sup> <sub>-0,3</sub>		Ленточный станок Века-Мак BMSU 440 DGH	Гидравлические зажимные тисы	Полотно ленточное Radial / Bimetal M42	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89	-	1	50	26	15	-	1500	-	50	0,15	0,62	15	0,88	0,89						
2	1	Токарная с ЧПУ Подрезать торец 1, выдержав размер 48,5 <sub>-0,62</sub>		Токарный станок с ЧПУ Haas OL-1	Трехкулачковый самоцентрирующийся патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80, Сменные расточные кулачки	Резец проходной, отогнутый 2102-0501 ГОСТ 18868-73, Резец проходной угловой 2101-0005 ГОСТ 18879-73, Центровочное сверло phi 3 2317-0164 ГОСТ 14952-75, Спиральное сверло phi 6 2301-3551 ГОСТ 10903-77, Штангенциркуль ШЦ-II-200-0,05 ГОСТ 166-89, Штангенглубиномер ШГГ-200-0,01 ГОСТ 162, Шаблон фасочный ГОСТ 14637-89, Калибр протка phi 6-ПР, -НЕ 8133-0917 ГОСТ 14810-69	-	1	95	47,5	0,83	0,5	1400	417													
	2	Точить поверхность 2, выдерживая размеры 14,0 <sub>-0,62</sub> и 23,5 +/- 0,31					-	1	91	58	2	0,5	1400	400													
	3	Точить фаску 3, выдержав размер 23,5 +/- 0,26 45°					-	1	46,5	37,5	0,75	0,1	3500	511													
	4	Сверлить центровое отверстие диаметром phi 3	-				1	8,9	8,9	2	0,05	1500	150														
	5	Сверлить отверстие 4, выдержав размер phi 6 <sup>+0,3</sup>	-				1	47,3	37,5	0,3	0,1	3500	517														
	6	Зенковать отверстие 5, выдержав размеры phi 15 <sup>+0,43</sup> и 9 +/- 0,18	-				4	6,5	18	3,25	0,13	1300	26,5														

\* - Размеры для справок

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23						
3	1	Токарная с ЧПУ Подрезать торец 1, выдержав размер $47^{+0,62}$		Токарный станок с ЧПУ Haas OL-1	Трёхкулачковый самоцентрирующийся патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80, Сменные расточные кулачки	Резец проходной отогнутый 2102-0501 ГОСТ 18868-73, Резец проходной упорный 2101-0005 ГОСТ 18879-73			-	1	14	37,5	14	0,25	1200	355												
	2	Подрезать торец 2, выдержав размер A21							-	1	14	37,5	14	0,25	1100	300												
	3	Точить поверхность 3, выдержав размер $\phi 200_{-1,15}$							-	1	14	37,5	14	0,25	1200	355												
	4	Точить поверхности 4,5,6,7, выдержав размеры $\phi 128^{+1}$ , $\phi 36_{-0,62}$ , $41 \pm 0,31$ , $12 \pm 0,215$ и угол $45^\circ$											-	1	14	37,5	14	0,25	1400	400								
	5	Точить поверхность 8, выдерживая размеры $\phi 30_{-0,013}$ , $34 \pm 0,31$												-	1	30	34	14	0,25	1200	35,5	0,40	183	23	2,47	2,47	3	
	6	Точить канавку, выдерживая размеры $\phi 28,5_{-0,52}$ , $29,8 \pm 0,1$ , $14^{+0,1}$												-	1	28,5	14	10	0,25	1200	35,5							
	7	Точить фаску, выдерживая размер $0,5 \pm 0,2 \times 45^\circ$												-	1	0,5	0,5	0,5	0,25	1200	35,5							



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
	8	Расточить отверстие $\phi 15^{+0,43}$ , выдерживая размер $34 \pm 0,31$		Токарный станок с ЧПУ Haas OL-1	Трехкулачковый самоцентрирующийся патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80, сменные расточные кулачки	Резец расточной упорный ГОСТ 18883-73	Штангенглубиномер ШГЦ-200-0,01 ГОСТ 162, Калибр прореза $\phi 15$ -ПР, -НЕ 8133-0917 ГОСТ 14810-69, Шаблон фасочный ГОСТ 14637-89	-	1	15	34	0,5	0,25		1100	40,2								
	9	Точить конус, выдерживая размеры $118 \pm 0,215$ и угол $10^\circ$						-	1	11,8	15	0,5	0,25		1100	30,5								
4	1	Сверлильная Сверлить 6 сквозных отверстий, выдерживая размеры $\phi 8,4^{+0,2}$ , $\phi 168 \pm 0,1$ и угол $60^\circ$		Вертикально-сверлильный 2Н125	Приспособление специальное	Спиральное сверло $\phi 8,4$ 2300-3421 ГОСТ 10902-77	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89, Калибр прореза $\phi 8,4$ -ПР, -НЕ 8133-0917 ГОСТ 14810-69	-	1	8	8	0,5	0,23		300	27		0,40	1,33	15	2,07	2,07	3	
	2							-	1	10	8	0,5	0,23		300	27								
5	1	Резьбонарезная Нарезать резьбу М10-7Н в 6 отверстиях		Вертикальный гидравлический резьбонарезной станок Модель НТ-16V	Тиски 7200-0201 ГОСТ 16518-96	Метчик 2621-1209 ГОСТ 3266-81	Калибр резьбовой М10 -ПР, -НЕ ГОСТ 2016-86	-	1	4	9	2	-	90	451	56	0,28	1,65	15	2,16	2,17			
6	1	Слесарная Снять заусенцы																						
7		Контрольная																						



1. Размеры для справок.
2. На сопряженных поверхностях детали не допускаются задиры и царапины.
3. Усилие закрепления 2,59 Н.

Исполн. \_\_\_\_\_  
 Провер. \_\_\_\_\_  
 Дата \_\_\_\_\_  
 Инв. \_\_\_\_\_  
 Взам. инв. \_\_\_\_\_  
 Подп. и дата \_\_\_\_\_  
 Инв. \_\_\_\_\_

ИШПНТ-34А7Б/25.000.004 СБ						
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса
Разраб.	Фохартинов Ю.В.					
Проб.	Лысак И.А.					
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						
Приспособление специальное Сборочный чертеж					Лист	Масштаб
					Листов	1
					Формат	A2